

Министерство образования и науки Российской Федерации
Научно-методический совет по физике
Министерства образования и науки Российской Федерации
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

ФИЗИКА В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФССО-15)

Материалы XIII Международной конференции

Санкт-Петербург, 1 – 4 июня 2015 г.

Том 1



Санкт-Петербург
2015

УДК 537.226; 537.311
ББК Ч489.518.551
Ф 48

Печатается по рекомендации оргкомитета международной конференции «Физика в системе современного образования (ФССО-15)»

Редакционная коллегия:

Гороховатский Ю.А. (отв. редактор), Анисимова Н.И., Афанасьев В.В., Грабов В.М., Иванов В.К., Исаев Д.А., Кожевников А.М., Ларченкова Л.А., Ляпцев А.В., Морозов А.Н., Пурьшева Н.С., Салецкий А.М., Соколова И.И., Стефанова Г.П., Тимофеев Н.А., Хамов Г.Г., Ханин С.Д.

Ф 48 Физика в системе современного образования (ФССО – 15): Материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 1 - 4 июня 2015 г. Т.1. – СПб.: Изд-во ООО «Фора-принт», 2015. - 514 с.

ISBN 978-5-9031-8753-9

© Коллектив авторов, 2015
© ООО «Фора-принт», 2015

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

СЕТЕВЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ – ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ: ОПЫТ ИНСТИТУТА МАГИСТРАТУРЫ НИЯУ МИФИ

Григорьева М.С.^{1,2}, Завестовская И.Н.^{1,2}, Крохин О.Н.^{1,2},
Стриханов М.Н.¹, Фроня А.А.¹

¹Москва, Россия, Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

²Москва, Россия, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН
INZavestovskaya@mephi.ru

Одной из главных целей НИЯУ МИФИ является кадровое и научно-инновационное обеспечение атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслей экономики РФ по профильным специальностям университета на основе системной модернизации профессионального образования университета, обеспечения интеграции науки, образования и производства.

Основой образовательной программы развития НИЯУ МИФИ является переход на двухуровневую систему подготовки кадров с учетом особенностей и стратегических задач исследовательского университета:

- тесная интеграция науки и образования и обеспечение на ее основе эффективной образовательной и научно-исследовательской деятельности;
- проведение фундаментальных и прикладных исследований по широкому спектру приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и критических технологий в Российской Федерации;
- нацеленность на обеспечение эффективного трансфера технологий в экономику;
- наличие высокоэффективной системы подготовки магистров, аспирантов и кадров высшей квалификации.

Приоритетным направлением образовательной деятельности для университета является развитие магистратуры НИЯУ МИФИ, которая должна обеспечить подготовку инженерных кадров на уровне лучших мировых стандартов. Основные цели деятельности Института магистратуры НИЯУ МИФИ - это: создание единой системы набора; разработка и внедрение современных форм обучения студентов магистратуры; разработка системы обучения студентов, имеющих разный входной уровень знаний; разработка новых образовательных программ, ориентированных на инновационные интересы производства; содействие кафедрам НИЯУ МИФИ в апробации новых образовательных программ.

Стратегический принцип деятельности ИМ НИЯУ МИФИ базируется на развитии партнерских отношений с университетами РФ и стран СНГ, РНЦ и институтами РАН, инновационными предприятиями РФ, в том числе, с предприятиями ГК «Росатом», а также с иностранными университетами и научными центрами.

Современной формой обучения, позволяющей использовать все преимущества таких партнерских отношений, является форма *сетевое обучение*. Сетевая форма реализации образовательных программ обеспечивает возможность освоения учащимися образовательной программы с использованием ресурсов нескольких организаций, осуществляющих образовательную деятельность, в том числе ино-

странных. Использование сетевой формы реализации образовательных программ осуществляется на основании договора между организациями.

Сетевые формы обучения, как правило, совмещаются с дистанционными электронными формами обучения, а также предусматривают использование элементов мобильности в виде выездных лекций, семинарских занятий, круглых столов и т.п.

Целями сетевой формы обучения студентов магистратуры НИЯУ МИФИ являются:

- Совершенствование инфраструктуры магистратуры НИЯУ МИФИ с целью оптимизации подготовки магистров в НИЯУ МИФИ и внедрения современных форм обучения.
- Создание и формирование современных модульных (блочных) программ подготовки магистров по актуальным направлениям науки и техники, инновационным технологиям, востребованным в высокотехнологичных областях экономики.
- Внедрение блочно-модульной структуры программ подготовки магистров на основе реализации системы договорных партнёрских соглашений между участниками сетевого образовательного процесса: НИЯУ МИФИ, Росатом, РНЦ, институты РАН, зарубежные университеты и предприятия.
- Развитие системы дистанционных и очных практических занятий и учебных исследовательских работ по модульным программам магистратуры с использованием элементов мобильности.
- Развитие связей с зарубежными университетами в рамках обмена магистрантами по учебно-научным модулям при подготовке магистров.

Партнерами ИМ НИЯУ МИФИ по сетевым формам обучения являются:

1. Предприятия ГК «Росатом».
2. Российские научные центры и институты РАН.
3. Инновационные предприятия г. Москвы и Московской области
4. Зарубежные университеты и научные центры.

Обучение сотрудников предприятий ГК «Росатом» по профильным направлениям предприятий в магистратуре НИЯУ МИФИ проходит в течение двух лет в очной форме с частичным отрывом от производства. Состав обучающихся – это *кадровый резерв Росатома*: инженерно-технические работники, технологи, конструкторы, начальники участков, цехов.

Семестровый график включает в себя двухнедельные интенсивные занятия на территории НИЯУ МИФИ, а также регулярные лекционные и практические занятия с помощью видеоконференцсвязи и самостоятельное изучение материала. Форма контроля в конце семестра: часть зачетов – дистанционно с помощью видеоконференцсвязи, оставшиеся зачеты и экзамены – очно в НИЯУ МИФИ (рис. 1).

В ИМ НИЯУ МИФИ реализованы сетевые формы обучения по четырем магистерским программам. При этом сетевыми партнерами НИЯУ МИФИ являются:

– базовая кафедра ОАО «Атомэнергомаш» «Энергетическое машиностроение» (ЗиО Подольск и Петрозаводскмаш), включенная в 2013г. в состав факультета ИМ НИЯУ МИФИ;

– предприятия Концерна «Росэнергоатом»: Курская АЭС (г. Курчатова), Балаковская АЭС (г. Балаково), Нововоронежская АЭС (г. Нововоронеж), Проектно-конструкторский филиал и ВНИИАЭС (г. Москва).

На базовой кафедре «Энергетическое машиностроение» по программе «Тех-

нология атомного машиностроения» обучается в настоящее время 25 сотрудников 3-х предприятий ГК «Росатом» – ЗИО Подольск, Петрозаводскмаш и Курская АЭС. Дисциплины общенаучной части были распределены между преподавателями кафедр НИЯУ МИФИ и ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а дисциплины специальной части – между преподавателями кафедры энергетического машиностроения. Были также привлечены для чтения профильных лекций известные ученые из ИМАШ РАН и МГИУ.

Студенты имеют возможность *использовать технологическую базу предприятия*. Уникальные производственные возможности, мощная научно-исследовательская база и богатый профессиональный опыт дивизиона ОАО «АТОМЭНЕРГОМАШ» как интегратора атомного энергетического машиностроения позволят будущим выпускникам кафедры реализовать самые честолюбивые амбиции. В 2014 году был осуществлен первый выпуск кафедры. Следует отметить, что из 10 выпускников четверо получили диплом с отличием.

С 2013 года на базе Института магистратуры НИЯУ МИФИ реализуются еще 3 магистерские программы для сотрудников АЭС: «Системы автоматизации физических установок и их элементы» (кафедра 2), «Физика ядерных энергетических установок» (кафедра 5), «Теплофизика ядерных энергетических установок» (кафедра 13). В настоящее время по этим программам в НИЯУ МИФИ обучается 63 сотрудника АЭС.

Были определены зоны ответственности среди партнеров в рамках сетевой подготовки магистров для АЭС по заказу Концерна «Росэнергоатом».



Рис. 1. Образовательная траектория сетевой формы обучения сотрудников предприятий ГК «Росатом»

Для обеспечения учебного процесса магистрантов – сотрудников предприятий Росатома – с *использованием дистанционной методик* была проведена большая работа. Было определено помещение в НИЯУ МИФИ, подходящего по техническим параметрам для дистанционной связи с предприятиями Росатома в режиме

видеоконференций со стандартом видеоконференцсвязи, согласующимся со стандартами видеоконференцсвязи на базе ЗиО-Подольск, Петрозаводскмаш и АЭС. Для обеспечения требования безопасности и корпоративного стандарта ГК Росатом для дистанционного обучения внедрена система видеоконференций «Polysom».

Формирование *индивидуальных учебных траекторий* для каждого магистранта осуществлялось в тесном контакте с представителями профилирующих кафедр и сетевыми партнерами. Для осуществления занятий с дистанционной поддержкой проведена модернизация программа 28 дисциплин, читаемых по четырем магистерским программам, а также разработаны 4 новые программы.

Отработана методика *on-line консультаций* при самостоятельном изучении материала, подготовки к сессии с возможностью получить консультацию преподавателя по электронной почте. Разработана и апробирована концепция дистанционного обучения английскому языку студентов магистратуры – сотрудников предприятий Росатома с учетом разного уровня подготовки. Материалы по обучению с дистанционной поддержкой для предприятий ГК «Росатом» размещены на сайте ИМ НИЯУ МИФИ.

В настоящее время ведутся работы по созданию электронной базы лекций с использованием *системы видеоконференцсвязи Adobe connect*, которая позволяет:

- возможность проведение видеоконференций;
- возможность записи лекций;
- для подключения требуется только интернет браузер на любой операционной системе;
- использовать компьютеры, ноутбуки, планшеты и смартфоны.

Универсальность и простота системы становится особенно актуальной в условиях создания курсов лекций не только постоянных преподавателей университета, но и преподавателей университетов-партнеров, которые смогут записывать свой лекционный материал удаленно с помощью технического сопровождения.

Институт магистратуры НИЯУ МИФИ в сфере развития и установления *контактов с иностранными университетами* использует практический опыт международного сотрудничества по подготовке специалистов факультета Высшая школа физиков им. Н.Г. Басова НИЯУ МИФИ, а также широкие международные контакты основных академических партнеров ИМ: Физического института им. П.Н. Лебедева РАН и Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН. В настоящий момент ведется активная работа по организации сотрудничества с рядом университетов США, Азии и Европы.

В частности, предполагается организация *совместных магистерских программ*, в том числе по программе двойных дипломов, для подготовки магистров по современным направлениям исследований. Иностранцами партнерами ИМ НИЯУ МИФИ являются: Рочестерский университет (США), Университет г. Тампере (Финляндия), Рурский университет, г. Бохум (Германия), Технический университет, г. Пекин (КНР), Университет Небраски, г. Линкольн (США), Университет г. Ульм (Германия), Университет г. Торонто (Канада), Университет Лотарингии (Франция), Университет Райерсона (Канада), университет Хериот-Уотт, г. Эдинбург (Великобритания), университет Экс-Марсель (Франция).

На базовых кафедрах НИЯУ МИФИ «Полупроводниковая квантовая электроника» и «Лазерные микро- и нанотехнологии» ведутся работы по созданию совместных образовательных программ в рамках международного научного сотрудничества. Так, для реализации *программы двойных дипломов* разработана рабочая учеб-

ная магистерская программа «Физика и технологии полупроводниковых лазеров». Руководитель магистерской программы: Крохин Олег Николаевич профессор, д.ф.-м.н., академик РАН, заведующий базовой кафедрой №88 НИЯУ МИФИ «Полупроводниковая квантовая электроника».

Рабочий учебный план подразумевает обучение в течение двух лет: первый год полностью базируется в НИЯУ МИФИ, в течение второго года обучение проходит как на базе НИЯУ МИФИ, так и на базе университета-партнера. Учебная программа предполагает чтение дистанционных курсов как транслируемых из университета-партнера, так и из НИЯУ МИФИ. Для возможностей реализации *программ double-degree* был выбран университет-партнер: Университет Тампере Финляндия, в котором ведутся активные исследования в области физики полупроводников, квантовой электроники, оптоэлектроники.

Перспективным примером применения сетевой формы обучения является *межвузовская магистерская программа подготовки инженеров в сфере высоких технологий для новой экономики Москвы*, обладающих дополнительными компетенциями в области технологического предпринимательства и инновационного развития бизнеса. Участники программы представлены на рис.2.

Компаниями-партнерами межвузовской магистерской программы являются инновационные предприятия г. Москвы и Московской области такие, как ОАО «НИИТФА» ГК «Росатом», НПП «Пульсар», ОАО «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы», ООО «Оптосистемы», ГНЦ РФ ОАО «Гиредмет» и др. Оператором программы является ОАО «Росноно».

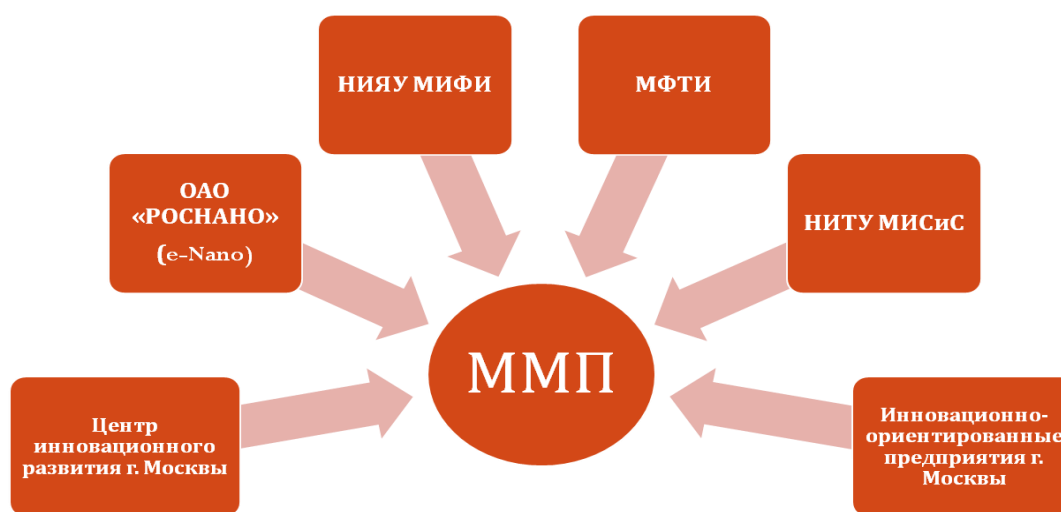


Рис. 2. Участники межвузовской магистерской программы

Особенностями межвузовской магистерской программы являются:

- вступительные испытания в ВУЗе и собеседование в компании–партнере ММП;
- итоговая аттестация по технологическому предпринимательству – защита проектного предложения;
- итоговая аттестация по научно-техническому направлению – защита магистерской диссертации;
- изучение инновационного модуля – технологическое предпринимательство и инновационное развитие бизнеса;

- участие в реальном проекте высокотехнологичной компании - партнера ММП;
- работа над научными и бизнес задачами проекта;
- индивидуальный учебный план, ориентированный на приобретение компетенций по теме проекта;
- стипендия в размере 30 тыс. руб.

Для управления ММП создан академический совет, членами которого являются представители всех участников программы. В 2014 году программа ММП стартовала. Общее количество студентов – 30, от НИЯУ МИФИ и МИСиС по 6 человек, 18 человек – студенты МФТИ.

Таким образом, представлены результаты начала использования сетевых форм образования для организации обучения студентов магистратуры в интересах различных структур – предприятий ГК «Росатом», инновационных предприятий г. Москвы, научных центров РФ и институтов РАН, а также иностранных университетов и научных центров. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования сетевых форм обучения, о наличии общих подходов, а также о достаточной степени гибкости подхода для использования его для конкретных заказчиков. Возникает также необходимость дальнейшего совершенствования правовой базы. Интересным представляется также дальнейший глубокий анализ использования в рамках сетевых форм обучения дистанционных и мобильных составляющих, а также других новых форм обучения.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КИМ ЕГЭ И ОГЭ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФГОС

Демидова М.Ю.
Москва, Россия, ФИПИ

Введение ФГОС вносит существенные изменения в систему оценки образовательных достижений обучающихся, в том числе и в государственную итоговую аттестацию. Поэтому в настоящее время идет разработка новых экзаменационных моделей контрольных измерительных материалов для ОГЭ и ЕГЭ.

ФГОС, базирующийся на системно-деятельностном подходе, требует и систему оценки выстраивать на деятельностной основе. Стандарты второго поколения устанавливают требования к результатам, включающие личностные, метапредметные и предметные результаты. Поскольку в ОГЭ и ЕГЭ используется предметный подход, то основанием для конструирования новых экзаменационных моделей являются требования к предметным результатам обучения.

При деятельностном подходе к оценке предметных достижений обеспечивается валидность измерительных материалов по планируемым результатам. В связи с такой переориентацией экзаменационной модели меняется и вид кодификатора, который, как и ранее, состоит из двух частей. Но первая и основная часть включает теперь планируемые результаты и операционализованные умения, на которые разбивается каждый планируемый результат. Вторая часть – традиционный перечень элементов содержания, выносимых на проверку.

Здесь следует отметить проблему отсутствия базисного учебного плана для ступени среднего образования и, соответственно, неопределенности объема учебной нагрузки для базового и углубленного уровней изучения предмета. Пока в рам-

ках разработки новых кодификаторов учебная нагрузка для углубленного уровня определяется не менее чем в 5 недельных часов, а базовый уровень рассматривается как «физика для медиков или компьютерщиков», т.е. для тех, кто изучает физику в вузе как обязательное сопровождение профильных предметов.

При разработке предметных планируемых результатов учитываются те познавательные универсальные учебные действия (часть метапредметных результатов обучения), освоение которых наиболее эффективно осуществляется средствами курса физики. К ним относятся, прежде всего, все методологические умения, связанные с освоением методов научного познания, и читательские умения, особенно в части работы со знаково-символической информацией.

В структуре планируемых результатов выделено два блока: «Выпускник научится» и «Выпускник получит возможность научиться», которые реализуют уровеньный подход к формированию основных способов деятельности. Первый блок представляет собой те результаты, которые в обязательном порядке должны быть освоены всеми учащимися, а второй блок — результаты, которые могут освоить наиболее способные и мотивированные школьники. Как правило, они представляют собой пропедевтику следующего этапа обучения, то есть те учебные действия, работа по формированию которых начинается на этой ступени обучения, а заканчивается на следующей. В качестве примера здесь можно привести планируемые результаты по решению физических задач для основной школы. Вот как в двух блоках представлены эти результаты:

– Выпускник научится применять физические законы и формулы для решения задач: на основе анализа условия задачи выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения и проводить расчеты с использованием единиц измерения физических величин.

– Выпускник получит возможность научиться находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний с использованием математического аппарата, так и в ситуациях недостатка необходимой информации при помощи методов оценки.

В экзаменационных моделях планируемые результаты группы «Выпускник получит возможность научиться» используются для конструирования заданий высокого уровня сложности и, соответственно, для дифференциации наиболее подготовленной группы выпускников.

В проекте кодификаторов ОГЭ и ЕГЭ можно выделить пять групп планируемых результатов: усвоение понятийного аппарата физики, решение физических задач, овладение научными методами познания, формирование умений применять полученные знания для объяснения физических процессов и принципов работы технических объектов, использование полученных знаний в повседневной жизни.

Наиболее сложной процедурой является операционализация планируемых результатов. Так, например, для планируемых результатов, отражающих освоение методологических умений, основой для операционализации выступает структура метода, адаптированная к учебному познанию и к соответствующей возрастной категории обучающихся. Конструировать задания для проверки планируемого результата можно как отдельно для каждого структурного элемента (операционализированного умения), так и для всего планируемого результата в целом.

Оценка динамики достижения планируемого результата реализуется за счет создания планируемых результатов для разных ступеней образования с различной степенью детализации. При этом каждая стадия операционализации одного и того

же планируемого результата предполагает уменьшение количества умений путем «сворачивания» части умений в одно более сложное. Динамика достижения планируемого результата определяется на основании освоения тех умений, которые на следующем этапе операционализации фиксируются в «свернутом» виде. Таким образом, операционализация планируемых результатов, относящихся к одинаковым видам деятельности, для разных ступеней образования обеспечивает преемственность формирования данного вида деятельности и его развитие.

В связи с существенным изменением требований для экзаменационных моделей ОГЭ и ЕГЭ по физике принято решение предоставления в рамках экзамена кроме традиционных справочных материалов (физических констант и справочных величин) еще и перечня основных формул. Это связано с переходом от контроля воспроизведения этих элементов содержания исключительно к контролю применения этих элементов в учебно-практических ситуациях.

При создании новых моделей заданий мы ориентируемся на выбор тех, которые проверяют сформированность контролируемых умений при решении учебно-практических и учебно-познавательных задач. При этом задания могут содержать избыточные для решения данные или предлагаться с недостающими данными (если предусмотрена возможность самостоятельного поиска обучающимся недостающих данных); формулироваться с недоопределенностью вопроса и т.п. Приоритетными являются комплексные и компетентностно-ориентированные задания, позволяющие оценивать сформированность целой группы различных умений, и базирующиеся на контексте ситуаций «жизненного» характера. При выборе формы задания приоритет отдается заданиям с кратким и развернутым ответом.

Так, например, при оценке обобщенных представлений об использовании методов научного познания проверяется освоение учащимися обобщенных планов проведения исследования, выбора способа измерения адекватного поставленной задаче, определение достоверности полученного результата на основании простейших методов оценки погрешностей измерений. Для планируемых результатов, связанных с формированием экспериментальных умений, предлагаются комплексные задания, каждое из которых предполагает проверку всех перечисленных в операционализированном списке умений. При этом критерием достижения на базовом уровне считается освоение части умений, а на повышенном уровне – всего списка умений.

Для итогового контроля в рамках экзамена разрабатываются задания разного уровня сложности: базового, повышенного и высокого. Если задания базового уровня сложности – это стандартные учебно-познавательные и учебно-практические задания, в которых очевиден способ учебных действий, то задания высокого уровня сложности, предназначенные для дифференциации наиболее подготовленных учащихся, ориентированы на самостоятельное конструирование способа решения или комбинирование известных способов.

Использование заданий различного уровня сложности позволяет содержательно интерпретировать продемонстрированный учащимся уровень подготовки по физике и сделать обоснованное заключение о владении выпускником достаточным для успешного дальнейшего обучения уровнем подготовки. При этом следует иметь в виду, что согласно принятому подходу к итоговой оценке подготовки выпускников невыполнение учащимися заданий повышенного и высокого уровней сложности не является препятствием для достижения минимального балла для ОГЭ или минимальной границы для ЕГЭ по физике.

Интерпретация результатов ОГЭ и ЕГЭ проводится для индивидуальной оценки качества учебной подготовки обучающихся. Оценка качества образования по физике в образовательной организации или группе образовательных организаций может осуществляться при условии участия в экзамене статистически значимой выборки обучающихся. Для оценки качества предметной подготовки используются следующие показатели (которые определяются на основании тестового балла, полученного выпускником по результатам экзамена):

– достижение требований ФГОС к предметным результатам (минимальная граница);

– уровни достижения требований ФГОС – четыре группы по уровням достижения (недостаточный, средний, повышенный и высокий).

Основанием для решения вопроса о достижении требований ФГОС является выполнение обучающимся заданий базового уровня, проверяющих блок планируемых результатов «Выпускник научится». Соответственно, и определение минимального первичного балла, на основании которого делается вывод о достижении предметных требований для соответствующей ступени, осуществляется только на основании группы заданий базового уровня из блока «Выпускник научится». Содержание, на котором конструируются задания базового уровня, обеспечивающие достижение минимального балла, относится к блоку опорного материала (наиболее значимые элементы содержания предметного курса данной ступени).

Вывод:

Описаны основные подходы к конструированию экзаменаонных моделей КИМ ОГЭ и ЕГЭ по физике в соответствии с требованиями ФГОС: детализация требований к предметным результатам обучения физике, операционализации планируемых результатов и отбору содержания для проведения государственной итоговой аттестации по физике, отбору моделей заданий и интерпретации результатов.

ЖУРНАЛУ «ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ВУЗАХ» - 20 ЛЕТ

Калачев Н.В.^{1,2}, Крохин О.Н.¹, Шапочкин Б.М.

¹Москва, РФ, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, НИИУ МИФИ

²Москва, РФ, Финансовый университет при Правительстве РФ

Kalachev@sci.lebedev.ru

Журнал «Физическое образование в вузах» (ФОВ) был учрежден Московским физическим обществом и выпускается с марта 1995 года. Его первоначальное название «Журнал Московского физического общества (серия Б)». Наибольший вклад в издание первых номеров журнала внесли Главный редактор журнала академик О.Н. Крохин, заместитель главного редактора журнала, председатель правления МФО профессор В.А. Грибков, заместитель главного редактора журнала, заместитель председателя правления МФО профессор М.Б. Шапочкин и ответственный секретарь журнала, член правления МФО, профессор Н.В. Калачев. Таким образом, была реализована идея издания регулярного журнала, на страницах которого физики-педагоги могли бы обмениваться опытом преподавания. Эта идея активно обсуждалась физической и педагогической общественностью на различных форумах, начиная с 1989 г.

В скором времени к числу Учредителей добавились Министерство общего и профессионального образования РФ и РНПО «Росучприбор» (преемником которо-

го в настоящее время является Международная ассоциация разработчиков и производителей учебной техники (МАРПУТ). В 1999 году журнал был зарегистрирован в Госкомитете РФ по печати.

За это время число наших подписчиков возросло с 20 до 250, у журнала появилась страничка в Интернете (<http://pinhe.lebedev.ru>), журнал стал распространяться на Всероссийских и международных конференциях и, к настоящему времени, действительно стал средством общения преподавателей и сотрудников кафедр физики вузов России и стран СНГ. Журнал распространяется через Агентство «Роспечать» (подписной индекс 71371) и Объединенный каталог «Книга-почтой», на него можно подписаться в любом почтовом отделении России и стран СНГ, а также в редакции. В 2002 году ВАК, рассматривая журнал ФОВ как достойное место публикаций материалов кандидатских и докторских диссертаций по специальности 13.00.02 «Теория и методика обучения физике» и по всему спектру физических специальностей, включил журнал в список журналов, обязательных для публикации материалов диссертаций.

В настоящее время в редколлегию журнала входят видные физики из 12 ведущих вузов России. Редколлегию возглавляет академик РАН Олег Николаевич Крохин, заместителями главного редактора являются профессор Анатолий Деомидович Гладун (МФТИ (ГУ)), Николай Павлович Калашников (НЯИУ МИФИ), Владимир Иванович Николаев (МГУ) и Михаил Борисович Шапочкин (МФО), ответственный секретарь Николай Валентинович Калачев (ФИАН, НЯИУ МИФИ, ФУ).

Перед редколлекцией журнала были поставлены и реализуются следующие задачи:

- повышение уровня образования в области физики в России и странах СНГ,
- научно-методического обеспечение преподавания общего курса физики в вузе, техникуме, колледже,
- освещение опыта интеграции Высшей школы и Российской академии наук,
- обмен опытом ведущих вузов страны в области лабораторного оборудования и демонстрационного лекционного эксперимента,
- показ возможностей аудио-, видео- и компьютерного обучения в области физики,
- отражение связей общего курса физики с другими дисциплинами,
- информирование научно-педагогической физической общественности о проводимых научно-методических конференциях и ознакомления с трудами прошедших конференций.

Редколлегия регулярно (4-6 раз в году) проводит заседания, на которых обсуждаются текущие вопросы, оглашаются и утверждаются рецензии на присланные статьи, обсуждаются темы и содержание очередных номеров, назначаются выпускающие их редакторы.

Журнал является печатным органом научно-методического Совета по физике Министерства образования и науки РФ, возглавляемого лауреатом Нобелевской премии, академиком Ж.И. Алферовым. На страницах журнала регулярно публикуются материалы НМС по физике, его рекомендации вузам и организациям, ответственным за физическое образование в РФ.

Журнал регулярно освещает работу Межрегионального Общественного движения «Физика и образование» (председатель – академик О.Н. Крохин). Это Общественное движение опирается на ведущие технические университеты МАИ (НИУ),

МФТИ (ГУ), МГТУ им. Н.Э. Баумана и другие, объединяет практически все технические вузы России, и проводит значительную работу по развитию физического образования. Следует отметить, что другие периодические издания в области физики не ориентированы на статьи подобного содержания, а потому сегодня журнал ФОВ, по существу, является единственной общероссийской трибуной этого направления, в том числе и для авторов диссертационных работ по общим проблемам физики и научным основам общего физического образования.

За прошедшие двадцать лет журнал ФОВ значительно и существенно изменился. Качественно изменился его авторский актив и читательская аудитория, форма подачи материала и оформление журнала кардинально улучшились. Можно сказать, что журнал заполнил существенную нишу в научной и образовательной периодике по физике в России и странах СНГ. Сохраняя неизменной в целом главную направленность редакционной политики, в будущем редколлегия предполагает ее совершенствовать в направлениях:

- Повышения роли общего физического образования как самостоятельного уровня образования и физиков-профессионалов, и нефизиков;
- Признания общего физического образования в качестве самостоятельной отрасли физических наук (своеобразной прикладной физики);
- Увеличения доли обобщающих заказных статей или текстов лекций обзорного характера по современным достижениям и концептуальным проблемам физики в целом;
- Увеличения доли обобщающих заказных статей или текстов лекций обзорного характера по современным достижениям и концептуальным проблемам физики в целом;
- Организации более активного диалога с читателями;
- Публикации новостей по общей физике и общему физическому образованию из сети Интернет.

В 2014 году усилия редколлегии и Совета журнала ФОВ были нацелены на проведение мероприятий по включению журнала в базы данных Scopus и Web of Science. При активной поддержке (в том числе и материальной) ректора НИЯУ МИФИ профессора М.Н. Стриханова был подготовлен сайт журнала на английском языке, разосланы приглашения зарубежным ученым, которые являются ведущими специалистами в области физического образования, с просьбой войти в состав международного Совета журнала. Редакция журнала соблюдает международную редакторскую конвенцию и использует четкую процедуру рецензирования публикаций, необходимые для реализации данных мероприятий.

В 2015 году планируется подписание договора учредителей журнала по включению НИЯУ МИФИ в состав учредителей. Планируется размещение на домене НИЯУ МИФИ англоязычного сайта журнала. Также планируется существенное расширение возможностей сайта, предусматривающее:

- наличие кабинета для авторов с возможностью онлайн-поддачи статей и их редактирования;
- кабинет редактора, обеспечивающий возможность онлайн-редактирования информации о выпусках и статьях журнала;
- кабинет автора, позволяющий on-line регистрацию и отсылку статей в редакцию.

За прошедшие 20 лет было выпущено 78 номеров журнала, общим объемом 12 870 стр., в которых 3 362 автора опубликовали 1 539 статей. На страницах жур-

нала регулярно освещаются решения прошедших 13-и конференций «Современный физический практикум», 13-и конференций «Физика в системе современного образования», 6-х конференций молодых физиков России и других международных и всероссийских конференций. Доклады, признанные по решению программных комитетов этих конференций лучшими, также публикуются в нашем журнале.

Аннотации всех статей имеются в открытом доступе на сайте журнала, полные тексты всех статей можно приобрести на CD диске или купить в электронной библиотеке на Интернет ресурсе: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9220.

Названия статей, ФИО авторов, аннотации, ключевые слова и список литературы переводятся на английский язык и имеются в открытом доступе на сайте журнала <http://pinhe.lebedev.ru>.

В рейтинге Science Index, ведущимся на сайте электронной библиотеки (elibrary.ru), за 2013 год наш журнал занимает 59 место среди изданий по физике, и 1 342 место среди всех журналов (более 6 900), заявленных на сайте электронной библиотеки (elibrary.ru). При этом двухлетний импакт-фактор РИНЦ за 2013 год составил 0,287, а пятилетний – 0,217.

Вступая в третье десятилетие своего существования, редколлегия и Совет журнала хотели бы пожелать всем нашим авторам и читателям творческих успехов и выразить надежду на то, что благодаря нашим совместным усилиям, усилиям физиков, ученых и педагогов России и наших зарубежных коллег, журнал «Физическое образование в вузах» будет заполняться интересными и актуальными материалами. Редколлегия и Совет журнала ждут оригинальных статей от ученых-физиков и преподавателей как по методикам преподавания в условиях реформы образования, так и по новым достижениям науки, дающих свежий взгляд на фундаментальные вопросы естествознания.

Система образования и науки в России, включая общее физическое образование, переживает сейчас не лучшие времена. Только совместными усилиями преподавателей, научных работников и всех граждан России можно преодолеть этот кризис. Следует надеяться, что на этом пути роль журнала ФОВ как профессиональной общественной трибуны будет неуклонно возрастать.

От имени редколлегии

О.Н. Крохин – академик, главный редактор журнала,

Н.В. Калачев – профессор, ответственный секретарь журнала

КРИЗИСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Кожевников Н. М.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

nkozhevn@mail.ru

Организация и методика преподавания физики в начале XXI века характеризуется рядом особенностей, которые можно трактовать как кризисные явления, приводящие к негативным результатам учебного процесса в средней и высшей школе.

Прежде всего, речь идет о существенном, в 2,5 – 3 раза, сокращении трудоемкости дисциплины «Физика». Если полвека назад в серьезных физических и инженерных вузах физика изучалась 4 – 6 семестров, а недельная аудиторная нагрузка

составляла до 10 академических часов (4 часа – лекции, 2 – 3 часа – упражнения, 3 – 4 часа – лаборатория физического практикума), то сейчас повсеместно происходит переход на двухсеместровый курс с 4-часовой аудиторной нагрузкой (2 + 1 + 1) в неделю. В ряде направлений естественнонаучного профиля физика вообще исчезает из учебных программ.

Сокращение трудоемкости курса автоматически приводит к тому, что содержательный компонент физики катастрофически сжимается и фактически приближается по объему к школьному курсу. Вузовская физика все больше ориентируется на закрепление школьной программы. Попытки заложить в этот курс более серьезный материал обычно заканчивается неудачей, так как наталкивается на неспособность нынешних школьников, абитуриентов освоить вузовскую программу по физике 20 – 30 летней давности.

В этих условиях заказчики курса физики (деканаты, выпускающие кафедры) все больше внимания уделяют не целостному курсу, а содержанию избранных, наиболее важных для своей специальности разделов, исключая из программы «непрофильные» вопросы. Так появляются «физика для электриков», «физика для строителей» и т. д. При этом в дипломах бакалавров, магистров, специалистов, по-прежнему, указывается «общая физика».

Что касается методического аспекта преподавания, то уже длительное время продолжается теоретизация физики, перевод ее на дедуктивную основу изложения материала [1]. В результате учебные пособия фактически становятся словарями-справочниками, методическая ценность которых сейчас, в условиях повсеместной доступности Интернета, резко снижается. А вот пособия, ориентированные на осмысление, разъяснение физического материала практически исчезли. Почему-то считается, что чем ближе материал общей физики к курсу теоретической физики, тем более фундаментальным является уровень изложения. Так появляются курсы, где механика начинается с основ специальной теории относительности, а ньютоновская механика выводится как частный случай, причем некоторые преподаватели общей физике любят включать в лекции формализм Лагранжа-Гамильтона. В термодинамике изложение ведется на основе распределения Гиббса, на феноменологическую термодинамику часто вообще не хватает времени. Совершенно дико выглядит раздел «Электромагнетизм», который начинается (!) с уравнений Максвелла, после которого электростатика и магнитостатика излагаются как частные случаи. Таких примеров можно привести много. К этому надо добавить, что эмпирический материал на лекциях по физике либо вообще отсутствует, либо дается в гомеопатических дозах и преподносится как развлечение во время лекции.

Нормативную базу преподавания физики, как известно, составляют государственные стандарты (ФГОС-3+, ФГОС-4, ...), из которых уже давно исчезли содержательные дидактические единицы. Именно поэтому на законодательном уровне у заказчиков появляется возможность варьировать в широких пределах содержание курса физики. До сих пор нет рекомендованных примерных программ по физике для разных направлений ООП. Исключение составляют программы по физике трех уровней, разработанные Научно-методическим советом по физике Минобрнауки РФ [2]. Результат - полная анархия в рабочих учебных программах дисциплины «Физика».

Все это приводит к тому, что школьники и студенты, как правило, не любят физику, считают ее схоластической дисциплиной, где главное – знать и удачно выбирать формулы. Такая атмосфера на занятиях по физике не способствует форми-

рованию любви к обучению ради самого процесса обучения и в качестве средства самопознания. В условиях «борьбы за часы» это является одной из важных причин сокращения курса физики. Печальный пример с дисциплиной «Концепции современного естествознания», которая исчезла именно потому, что не соответствовала уровню подготовки и мотивировки студентов-гуманитариев, должен служить предупреждением всем преподавателям физики о необходимости тщательного отбора материала курса.

Критическое отношение к указанным негативным явлениям разделяется многими преподавателями физики. Для формирования единой позиции по вопросам преподавания физики в начале 2000-х годов, как известно, был создан Научно-методический совет по физике, объединяющий более 150 наиболее авторитетных и активных ученых, профессоров и преподавателей-физиков. К сожалению, начиная с 2004 года связь этого государственно-общественного органа со своим учредителем сошла на нет. В декабре 2014 года Приказом Министра образования и науки РФ Д. В. Ливанова (№ 1605 от 22.12.2014) были образованы Координационные советы по областям образования («Математические и естественные науки», Инженерное дело, технологии и технические науки», «Здравоохранение и медицинские науки» и другие – всего 9), которые должны будут заменить старые УМО и НМС. Главным направлением работы на ближайшие полгода (до июля 2015) провозглашается разработка примерных программ, основная задача которых – «дать разработчикам основных образовательных программ понятийный инструментарий перехода от формата компетенций ФГОС к результатам обучения, выраженных в категориях знать, уметь, владеть опытом применения. Далее они [разработчики] выполнят уже известный переход к модульной структуре программы и составлению необходимых учебных планов»[3]. Здесь уместно вспомнить, что ГОС, основанные на знаниях, умениях и навыках (так называемые ГОС 2-го поколения) были заменены ФГОС - 3, потом ФГОС – 3+ и, наконец, в ближайшем будущем будут заменены на ФГОС – 4. Главное, что все эти разработки, связанные с преподаванием, рождаются, зреют и появляются на свет в недрах Минобрнауки и соответствующих Департаментов без подключения широкой научно-педагогической общественности, которая должна будет реализовывать все эти новации.

Что можно сделать в этих условиях? Во-первых, не молчать, а активно участвовать в обсуждении, критике негативных тенденций. Шире использовать СМИ для доведения мнения преподавателей до широкой научно-педагогической общественности. Во-вторых, следует создать инициативную группу преподавателей физики под эгидой НМС по физике для формирования альтернативных документов, отражающих позицию общественности по проблемам преподавания физики. Наконец, в-третьих, активизировать обсуждение профессиональных вопросов преподавания физики внутри сообщества преподавателей-физиков.

1. Кожевников Н. М. Неклассические идеи в современном курсе общей физики. – Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2014, № 1(190), с. 236 – 242.

2. Бюллетень Научно-методического совета по физике. № 4 /сост. Н. М. Кожевников/ - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 84 с.

3. Соболев А. Б. О роли Координационных советов в развитии и научно-методическом обеспечении содержания профессионального образования. – www.fgosvo.ru.

О ПРИРОДЕ ФОТОНА

Крохин О.Н.^{1,2}

¹Москва, Россия, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

²Москва, Россия, Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

ONKrokhin@mephi.ru

В последние годы в связи с развитием техники генерации оптического высококогерентного излучения вновь стал актуальным вопрос о природе фотона, т.е. что представляет собой квант электромагнитного излучения. Этому вопросу посвящены многочисленные публикации, эксперименты и теоретические исследования [1, 2].

Исторически, фотон как частица с конечной энергией $\hbar\omega$ был введен М. Планком в 1900 г. для объяснения спектра излучения «чёрного тела» в области больших частот $\hbar\omega > kT$, интенсивность которого экспоненциально уменьшается с увеличением частоты. Это обстоятельство очень важно, поскольку оно сразу позволяет установить размер области локализации энергии и, следовательно, материального носителя её -электромагнитного поля. Переходя от частоты к пространственной координате получаем, что пространственная область концентрации энергии равна длине волны $\lambda = 2\pi c / \omega$, где c - скорость света, т.е.

$$\lambda p = 2\pi\hbar \quad (1)$$

где p - импульс фотона $p = \hbar\omega / c$.

Соотношение (1) напоминает соотношение неопределённостей в кантовой физике, но здесь оно более конкретно, т.е. определяет размер области, в которой локализовано электромагнитное поле, т.е. размер фотона в “продольном” направлении (равный длине волны излучения). Подчеркнём, что это следует непосредственно из экспериментальных работ и каким-то образом объясняет “пороговый” характер энергии фотона.

Понятие об уравнении Шредингера для фотона введено в [3, 4]. Если следовать логике, развитой в [3] то можно написать для волнового уравнения следующее соотношение в случае если мы имеем плоскую волну, распространяющуюся вдоль оси x :

$$\left(\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \vec{E} = \left(\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \right) \vec{E} = 0 \quad (2)$$

Ясно, что первая и вторая скобка соответствуют разным направлениям движения, т.е. они эквивалентны и поэтому достаточно написать:

$$\left(\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \right) \vec{E} = 0 \quad (3)$$

Это уравнение может рассматриваться как уравнение Шредингера. Это особенно очевидно, если его умножить на постоянную Планка \hbar . Здесь возникает важный вопрос, что следует подразумевать под символом \vec{E} ? Поле или волновую функцию ψ - амплитуду вероятности? Правильный ответ: по-видимому, обе эти величины, что неудивительно, поскольку фотон – чисто волновое образования.

Так что мы имеем два одинаковых уравнения: одно для материальной среды-поля; другое для ψ функции, которая определяет движение частицы-фотона. Ответ

на этот вопрос надо искать дуализме волна-частица. Там где стоит символ \vec{E} , уравнение описывает материальную составляющую, т.е. частицу – фотон, который возник из-за локализации поля в некоторой области пространства или, другими словами, согласно С. Вайнбергу “квантовые поля собираются в пакеты, или кванты, которые наблюдаются в лабораториях как элементарные частицы”[5].

Остаётся ещё один вопрос: если элементарная частица-это трёхмерное образование, то чему равен “поперечный” размер фотона? Он может быть установлен непосредственным измерением, а именно, он определяется эффективным сечением взаимодействия фотона с объектом, способным его поглотить, которым является атомный диполь (он же и излучает фотон), размер которого значительно меньше чем поперечный размер фотона. Частота колебаний этого диполя должна быть резонансной с фотоном, а свойства этого диполя определяться квантовым состоянием атома.

Такая задача была решена Р. Фишером и Х. Полем. Перевод её на русский язык опубликован в [6]. В этой постановке плоская монохроматическая электромагнитная волна падает на квантовый диполь и возбуждает его переход с нижнего уровня на резонансный с полем волны верхний уровень. Величина амплитуды колебаний этого диполя достигает максимума в момент времени $t = T/4$, где T время полного цикла перехода в верхнее, а затем в нижнее (индуцировано) состояние определяемое частотой Раби $\Omega = d_{12}E_0/\hbar$, где d_{12} -матричный элемент дипольного момента перехода, E_0 амплитуда электромагнитной волны) $T = 2\pi/\Omega$.

В процессе перехода диполь сам является источником появления в его окрестности электромагнитного поля той же частоты и в результате интерференции этого поля с полем падающей волны изменяется характер потока энергии электромагнитной волны вблизи диполя, в том числе учитывающий, что часть падающего потока поглощается диполем. Это наглядно показано на рис. 1. из [6]. Здесь предполагается, что поле линейно поляризовано по оси z . Фотон имеет круговую поляризацию, поэтому будет представлять собой среднее из суммы двух потоков на рис. 1. Таким образом оказывается, что линейный поперечный размер фотона сравним с длиной волны.

Какие практические выводы следуют из вышесказанного? Главное следствие заключается в том, что несмотря на относительно небольшие размеры фотона - элементарной частицы (порядка λ) его волновая функция, определяемая процессом его излучения имеет весьма большую протяжённость в пространстве значительно превышающую длину волны и определяемую фактически длиной когерентности. Это означает, что все операционные системы, основанные на использовании фотонов (“фотоника”) будут чрезвычайно медленными.

С другой стороны, системы, основанные на использовании электронов, оказываются значительно более быстрыми. В первом и втором случае причина одинакова: скорость обработки и передачи информации ограничивается квантовой физикой. У фотона при сравнимых с электроном энергиях она начинает играть роль раньше, поскольку импульс фотона значительно меньше импульса электрона, вследствие наличия у электрона массы покоя. А из этого следует, что согласно соотношению неопределённости при одинаковых энергиях электрон имеет более высокую степень локализации, чем фотон, он более “классичен”. Поэтому известный “закон Мура”, который описывает прогресс в росте скорости обработки информа-

ции в электронике перестанет работать, когда вследствие уменьшения размеров электронных устройств электрон станет квантовым. Одновременно мы видим, что интернет, который основан на оптических линиях связи, является весьма скоростным. Но он основан на классическом свете!

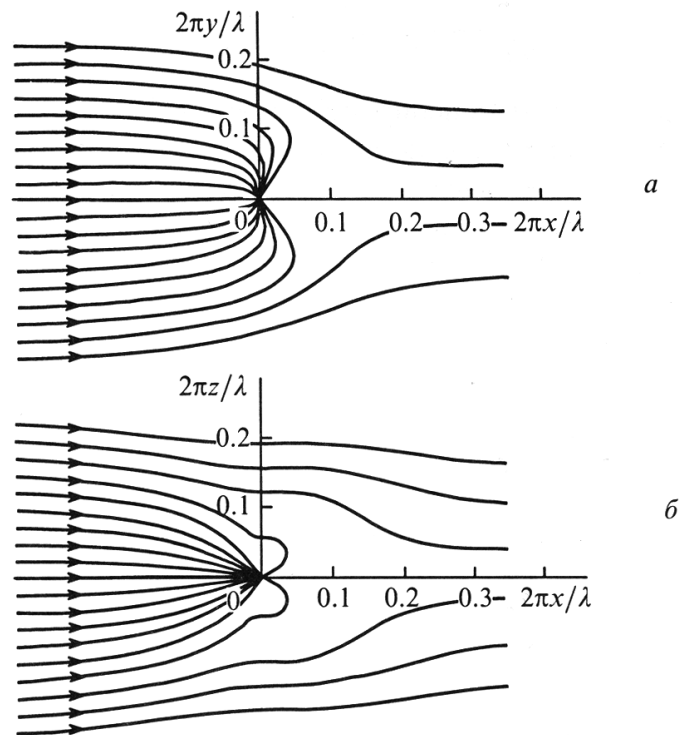


Рис. 1. а) Линии потока энергии в плоскости x, y , б) линии потока энергии в плоскости x, z . Диполь, находящийся в начале координат осциллирует вдоль оси z . Слева на него падает линейно поляризованная вдоль оси z монохроматическая плоская волна

1. The Nature of Light. What is photon? Ed. by CRC Press, Taylor and Francis Group/ Boca Raton, London, N.Y., 2008 .
2. The Quantum Challenge. George Greenstein, Arthur G. Zajonc. Jones and Bartlet Publishers Inc. 2006
3. А.И. Ахиезер, В.Б. Берестецкий «Квантовая электродинамика». ГИФМЛ, Москва 1957
4. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский «Квантовая электродинамика». Физматлит. Москва 2006
5. St. Weinberg, <http://sceptic-ratio.narod.ru/po/kn5.htm>. Перевод на русский язык: «В защиту науки», №11, Москва, «Наука», 2012
6. Х. Поль, Р. Фишер УФН, 141, 376 (1983)

СИНТЕЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗНАНИЙ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОНЦЕПТ ОБНОВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Остроумова Ю.С.¹, Ханин С.Д.²

¹Санкт-Петербург, Россия, Военная академия связи им. С.М. Буденного

²Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
sinklit@mail.ru

Одно из основных требований к содержанию физического образования состоит в придании ему методологической направленности, отражении в нем особенностей современной методологии научной деятельности. В связи с интенсивным развитием в настоящее время современных наукоемких технологий [1] на первый план выходит присущее современной научно-технической деятельности единство её фундаментальной и прикладной составляющих – с одной стороны, органическая включенность фундаментальных знаний и методов в технические инновации и, с другой стороны, эффективное использование последних в научных исследованиях, ведущих к получению новых, принципиально важных фундаментальных результатов [2].

Имея большое самостоятельное значение [3-6], синтез фундаментальных и прикладных знаний на предметной основе проблематики современных наукоемких технологий может играть роль ключевого компонента в общей системе требований к содержанию физического образования и подходам к его обновлению. С определенностью можно утверждать, что будучи в должной мере осуществленным, этот синтез способствует:

- реализации в физическом образовании принципа социокультуросообразности в одном из его наиболее значимых в настоящее время аспекте;
- повышению уровня мотивации к освоению физики, прежде всего, в силу научной, практической, значимости и личностно-смыслового значения результатов применения физических знаний и методов к решению практических задач;
- сокращению разрыва между содержанием физики как учебной дисциплины и физики как современной науки и повышению таким образом уровня научности содержания физического образования;
- усилению фундаментальности физического образования – в силу обогащения его содержания новыми, еще часто не дошедшими до учебных программ, фундаментальными физическими эффектами, обязанными своим происхождением использованию современных достижений технических (технологических) инноваций;
- усилению методологической направленности содержания обучения физике, привлечению в него современных подходов и методов конструктивной познавательной деятельности;
- интеграции знаний обучающихся, как монодисциплинарной, так и полидисциплинарной – в силу особенностей самого содержания осваиваемой проблематики;
- повышению действенности приобретаемых обучающимися физических знаний – в силу востребованности и, соответственно, развития умений их применения для освоения содержания перспективных направлений научно-технического развития и решения значимых для науки и техники проблемных задач;
- интеграции учебной, исследовательской и проектной деятельности обу-

чающихся как отвечающей характеру современной научно-технической деятельности;

- расширению развивающих ресурсов содержания физического образования – в силу востребованности и развития принципиально важных личностных качеств и способностей к осуществлению ключевых видов деятельности;

- формирования профессиональных компетентностей выпускника вуза – в силу значимости приобретаемых знаний и способностей для решения исследовательских, инженерных, и образовательных задач;

- приданию содержанию образования опережающего характера, формированию у обучающихся способностей к обновлению своих компетентностей [7].

Ведущими принципами синтеза фундаментальных и прикладных знаний в построении нового содержания физического образования выступают:

- непрерывность – представленность нового содержания на всех уровнях и этапах образования, начиная с общего курса физики, что способствует формированию у обучающихся устойчивого интереса к предмету, конструктивной функциональности приобретаемых ими знаний, их целостности, что при подготовке будущих учителей в педагогических вузах, где общий курс физики занимает доминирующее место, является необходимым условием;

- системность в плане охвата всех основных содержательных компонентов изучаемой проблематики – физики, используемых материалов и технологий, в их взаимосвязи и взаимодействии в развитии, привлекаемых подходов, методов и средств обучения;

- систематичность – последовательное, соответствующее психологическим и педагогическим закономерностям освоения человеком новых для него знаний и умений, развертывание предметного материала в учебном процессе по мере продвижения студентов по этапам и уровням образования с отвечающей их целям динамикой расширения проблемного поля поисково-познавательной деятельности и повышения требований к её продуктивности;

- аутентичность построения учебного процесса по отношению к логико-операциональной структуре деятельности по решению физико-технических проблем, используемым здесь методам и средствам;

- интегративность в организации учебного процесса – синтез различных подходов к представлению изучаемой проблематики: включение её в содержание общих дисциплин и постановка специальных, посвященных ей, дисциплин [8-10];

- открытость – адаптируемость содержания к динамичному производству необходимых для освоения знаний, развитию новых, значимых для науки и практики технологий, широте спектра научных направлений, развиваемых в различных вузах.

Остановимся на базирующихся на указанных принципах методических приемах, направленных на достижение поставленной цели. К основным из них относятся следующие.

1. Проблемная детерминированность осваиваемого содержания и его развертывания в учебном процессе, что способствует формированию у обучающихся способностей и опыта выявления и решения значимых проблем.

2. Построение процесса обучения в логике деятельности с использованием всех необходимых подходов, методов и средств поисково-познавательной деятельности.

3. Первоочередность определения и обоснования смыслового значения реше-

ния проблемы, вовлеченность обучающихся в ее постановку, что создает необходимый побудительный мотив к изучению материала.

4. Широкое использование образовательного потенциала решения физических задач как средства приобретения новых для обучающихся, необходимых для освоения знаний. Особо отметим здесь привлечение различных методов решения задач (аналитического, экспериментального, численного) соответственно их содержанию, взвешенное сочетание количественных и качественных задач, максимально возможное использование имеющихся и часто остающихся скрытыми информационными и методологическими ресурсами традиционно решаемых в учебном процессе физических задач, включение проблемных в своем содержании и процессе решения задач.

5. Интеграция учебной, исследовательской и проектной деятельности обучающихся, придание обучению проектно-исследовательского характера, отвечающего реальной научно-технической деятельности;

6. Акцентирование внимания обучающихся на содержании результатов и процессе решения задач, критическая их оценка и обратная связь, ведущая к постановке новых задач, поиску и реализации методов их решения.

1. Казанцев А.К. NBIC –технологии: Инновационная цивилизация XXI века [Текст] / А.К. Казанцев, В.Н. Киселев, Д.А. Рубвальтер, О. В. Рудевский. - М.: ИНФРА, 2012. - 384 с.

2. Мамчур Е.А. Фундаментальная наука и современные технологии [Текст] / Е.А. Мамчур. // Вопросы философии [Текст], 2008, № 7. - С. 159 – 154.

3. Остроумова Ю.С. Интеграция содержания образования на предметной основе проблематики современных наукоемких технологий при подготовке педагогических кадров по физике [Текст] / Ю.С. Остроумова // Физическое образование в вузах [Текст]. - 2014. - Т. 20, № 2. - С. 154-164.

4. Остроумова Ю.С. Обновление естественнонаучной подготовки проблематикой современных наукоемких технологий как актуальная задача педагогического образования: *мотивационный* аспект [Текст] / Ю.С. Остроумова // Известия Российского государственного педагогического университета [Текст]. – 2012. - №148. - С. 118-125.

5. Остроумова Ю.С. Образовательные цели обогащения содержания подготовки педагогических кадров проблематикой современных наукоемких технологий [Текст] / Ю.С. Остроумова // Физика в системе современного физического образования: материалы XII Международной научной конференции [Текст]. - Петрозаводск, 2013. – Т 1. - С. 339-342.

6. Остроумова Ю.С. Обучение физическим основам современных наукоемких технологий при подготовке педагогических кадров: вопросы теории и практики [Текст] / Ю.С. Остроумова. - СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. – 123 с.

7. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения [Текст] / А.Г. Асмолов // Педагогика [Текст]. – 2009. - № 4. - С.18-22.

8. Остроумова Ю.С. Подготовка студентов - будущих учителей в области современных наукоемких технологий в контексте инновационного развития педагогического образования [Текст] / Ю.С. Остроумова // Вестник Северо-западного отделения Российской академии образования [Текст]. – 2013. - 1 (13). - С. 6-10.

9. Остроумова Ю.С. Формирование у будущих учителей физики готовности к освоению содержания современных наукоемких технологий [Текст] / Ю.С. Остроумова, В.П. Соломин, С.Д. Ханян // Физическое образование в вузах [Текст]. - 2012. - Т. 18, № 1. - С. 62-74.

10. Остроумова Ю.С. Методические основы подготовки педагогических кадров по физике в области современных наукоемких технологий [Текст] / Ю.С. Остроумова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2014. - №3 (140). – 38-41.

СЕКЦИЯ 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

PHYSICS FOR STUDENTS OF CHEMISTRY AND BIOLOGY IN FACULTY OF SCIENCE, MASARYK UNIVERSITY, BRNO, CZECH REPUBLIC

Bochníček, Z.

Brno, Czech Republic, Faculty of science, Masaryk University
zboch@physics.muni.cz

Masaryk University in Brno, Czech Republic is the second largest and the second oldest Czech university in this country. It consists of nine faculties. The Faculty of Science is one of the largest and its scientific output is almost 50% of the whole University. The faculty educates about four thousand students, one fourth of them being postgraduates. The study branches cover all natural sciences: physics, biology, chemistry, geology, geography and mathematics, including interdisciplinary sciences such as biochemistry, biophysics etc.

There are three physics departments and both physics education and research are significant parts of the faculty's activities. But over the last two decades the obligatory physics subjects for students of non-physics sciences has been reduced significantly. It happened partly with the acceptance of the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) when the non-physics study branches preferred study subjects which were closely connected with their own science. At present only chemistry, biochemistry and teacher training courses of chemistry and biology (for secondary schools) have obligatory physics subjects. In addition there are a few other optional subjects which are undertaken by physics departments. This paper summarizes both obligatory and optional physics education for non-physics students.

Starting points and objectives

The gradual loss of interest in natural sciences is probably a general trend among young people throughout Europe. Science is difficult; it requires systematic and hard study and clever students often look for different study branches where they believe they will find well-paid jobs. Moreover during the last two decades in the Czech Republic the number of natural science lessons in secondary schools has been reduced significantly. As a result of these trends the starting level of the students coming to universities, especially in mathematics and physics, has dropped. One can find serious misconceptions, wrong understanding of relatively simple facts such as function and its diagram, direct and indirect correlation, interpretation of Newton laws etc. This is even more prevalent among students who come to the faculty to study non-physics and non-mathematical field of studies. The conception of physics education for these students must respect this reality. "We have to prepare our lessons for students that we really have and not for those we want to have". Thus the physics course can hardly be a comprehensive set of physical laws and their applications. The main target of physics education of the non-physicists is to eliminate the main misconceptions, to illustrate the physical view of nature, to understand the basic concepts of physical laws, to force them to think about mathematical expressions such as the relationship between physical quantities describing the reality of nature and not only as something which has to be memorized.

Obligatory physics courses for students of chemistry and biochemistry

These courses cover practically the whole basic field of physics starting from classical mechanics through oscillations and waves, electricity and magnetism, optics and quantum mechanics. From each field only a relatively small part is selected, the part which is either fundamental (such as force field and its description) or is specially important or interesting for chemists (such as vibration modes or electrostatic interaction). The very beginning of the course is devoted to the usage of slightly advanced mathematics in physics. The differential and integral calculus is introduced as a tool for solutions of particular physics problems.

The lectures are accompanied by seminars where the modern method of active learning is used, namely the method called Peer Instruction, which was developed by Eric Mazur, professor of Physics at Harvard University in early 90s of the last century [1]. In this method the main part of the class education process is the discussion among students, without teacher's interactions. The seminar consists of a set of closed-ended questions. At first students answer individually by "voting" which gives the teacher an immediate picture of the difficulty of the particular problem. After the first voting, students discuss the question among each other, at that time without knowledge of the correct answer. After that a second voting is undertaken. Finally the problem is discussed under the teacher's supervision with the whole class and correct answer is revealed.

Example of the question:

A metal rod has a length l , cross section S and the thermal conductivity coefficient of the metal is λ . The temperature of one end of the rod is kept at value T_1 and the other end at value T_2 . Write a general expression for the heat which is transferred through the rod in time t .

The important thing is that thermal conductivity is not even mentioned in the lecture and students probably have never seen this relationship. The goal is not to remember the correct expression but to create it at this moment by thinking about the physical process itself.

Optional course: Physics in living nature

This single semester course is attended mainly by students of biology and is very popular. Approximately one fourth of all bachelor and master students of the Faculty of Science register for this subject. The course provides a physical description of selected effects in living nature at a physics level only slightly exceeding the secondary school physics. There is probably nothing comparable in any other university in the Czech Republic. The topics dealt with in the course are:

- 1) Human walking and running.
- 2) Birds and insects flying.
- 3) Swimming and diving.
- 4) Human body in the cosmos.
- 5) Small and large in nature.
- 6) Sound and hearing.
- 7) Why can we see visible light [2]?
- 8) Vision.
- 9) Invisible light (Infrared and ultraviolet radiation).
- 10) Energy sources for mankind.

The course is accompanied by a large number of demonstration experiments, some

of them originally designed by the staff of the Department of Physical Electronics [3-5].

Optional course: Physics laboratory for non physicists

This single semester course is registered mainly by students of chemistry. About two thirds of chemists choose this course. Taking into account that physics is not popular and this course is not just listening to lectures but requires individual experimental work and data elaboration, we consider this a great success. Experimental problems solved in this laboratory are:

- 1) Statistical data treatment.
- 2) Measurement of voltage and current.
- 3) Automation of the measurement .
- 4) Measurement of the temperature.
- 5) Thermal properties of water.
- 6) Absorption and emission of light.
- 7) Infrared and ultraviolet radiation.
- 8) Vacuum
- 9) Photovoltaic and fuel cells.
- 10) Magnetic field and magnetic properties of matter.
- 11) Vision.

To make this course more attractive and less time consuming with homework, students do not write reports but they use pre prepared datasheets to fill with their observations, data and data treatment.

Conclusion

In the past, when some obligatory physics courses for non physicists were abolished, the physics education for non physicists was reduced significantly. But gradually, as we prepared and continually modified new optional courses, the number of students educated in physics has increased significantly and at present the physics for non physicists is an important part of the teaching output of physics departments.

1. Mazur, E. (1997), *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall. ISBN 0-13-565441-6
2. Bochníček, Z (2007), *Why can we see visible light?*, Phys. Educ. **42** 37, doi:10.1088/0031-9120/42/1/002
3. Bochníček, Z (2008), *An amateur video camera as a detector of infrared radiation*, Phys. Educ. **43** 51, doi:10.1088/0031-9120/43/01/004.
4. Bochníček, Z (2013), *The visualization of infrared radiation using thermal sensitive foils*, Phys. Educ. **48** 607, doi:10.1088/0031-9120/48/5/607.
5. Bochníček, Z and Konečný, P. (2014), *Thermal sensitive foils in physics experiments*, Phys. Educ. **49** 419, doi:10.1088/0031-9120/49/4/419.

МЕТОД ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В СПЕЦИАЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Аванесян В.Т., Абрамова Н.М.
Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А.И. Герцена
avanesyan@mail.ru

Неотъемлемой частью физического образования является экспериментальная работа, соответствующая одному из основных дидактических принципов – наглядности обучения. Содержание предлагаемого специального физического практикума направлено на формирование у будущих выпускников факультета физики педагогического вуза, кроме определенных знаний по специальности, исследовательского направления познавательной деятельности, развития способности к постановке и проведению эксперимента, а также интерпретации полученных результатов и применению знаний на практике.

Экспериментальные умения и навыки, приобретенные будущим учителем физики в ходе выполнения физического практикума, могут быть востребованы, как при постановке демонстрационного эксперимента на уроке физики, так и при проведении факультативов прикладного характера. Специальный физический практикум «Исследование электрофизических свойств высокоомных полупроводников» позволяет изучить механизмы процессов, протекающих в соединениях, используемых в качестве базового материала в различных приборах и устройствах твердотельной электроники.

В настоящей работе рассмотрена экспериментальная лабораторная работа, как составная часть физического практикума, целью которой является изучение электрических свойств нелинейных оптических кристаллов и электронных процессов, протекающих в них, методом импедансной спектроскопии. В физике конденсированного состояния указанный метод широко применяется для получения дополнительной информации о процессах переноса носителей заряда в твердом теле. При его реализации проводят измерение полного комплексного сопротивления, то есть импеданса:

$$Z^*(f) = Z' - iZ'', \quad (1)$$

где Z' – действительная, а Z'' – мнимая компоненты Z^* соответственно.

Поведение $Z' = |Z| \cos \varphi$ и $Z'' = |Z| \sin \varphi$ (здесь φ – угол фазового сдвига между током и напряжением) составляющих импеданса в зависимости от условий эксперимента, в частности, изменения значения частоты переменного электрического поля f позволяет исследовать особенности процесса переноса заряда в объеме исследуемого материала и на границе раздела гетерогенной структуры. При анализе экспериментальных результатов частотные зависимости Z' и Z'' , как правило, аппроксимируют расчетными значениями компонентов импеданса модельной электрической цепи, что является приближением эквивалентной схемы.

Наглядным представлением полученных экспериментальных данных служит зависимость $Z''(Z')$, называемая годографом импеданса [1]. Наибольшее значение мнимой компоненты импеданса соответствует максимуму кривой годографа, достигаемого на характерной частоте f_{\max} . При этом из соотношения $\tau_0 = 1/2\pi f_{\max}$ может быть определено время электрической релаксации, то есть, среднее время релаксации для исследуемой структуры.

В лабораторной работе в качестве исследуемого материала используется образец монокристалла силиката висмута $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Практический интерес к указанно-

му материалу связан с возможностью его применения в устройствах динамической голографии. Фоторефрактивный эффект, обнаруженный в кристаллах $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, обусловлен захватом на глубокие центры фотоносителей заряда [2]. Высокоомные кристаллы имеют сложную структуру энергетических уровней в запрещенной зоне, включающую глубокие центры и мелкие ловушки, оказывающие сильное влияние на их оптические свойства.

Специальный физический практикум складывается из лабораторно-инструментального обеспечения и учебно-методической базы. К заданиям экспериментальной работы по изучению свойств $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ относится:

- установление частотной зависимости модуля комплексного сопротивления, его мнимой и действительной составляющих;
- определение дисперсионных характеристик компонентов импеданса при варьировании внешних факторов влияния, в частности, изменении температуры окружающей среды;
- расчет характерного времени электрической релаксации.

Конечной целью проведенной экспериментальной работы, входящей в специальный физический практикум, является получение стабильных результатов, на основе которых можно определить требуемые электрофизические характеристики изучаемого материала. При подготовке к лабораторным работам и составлении отчета студентам рекомендуется использовать материал лекций и необходимую учебную литературу. До начала выполнения работы каждый студент обязан: ознакомиться с содержанием предстоящего эксперимента и правилами техники безопасности, получить указания преподавателя по всем неясным вопросам, а также подробно изучить схему лабораторной установки.

Выполнение заданий по специальному физическому практикуму в учебной лаборатории позволяет студентам не только получить навыки проведения физического эксперимента, но и глубже разобраться и усвоить необходимые разделы смежных учебных дисциплин. Это способствует накоплению значительного теоретического и экспериментального материала для выполнения курсовых работ и дипломных проектов. Особое внимание, при этом, уделяется профессиональной подготовке студентов, как основы будущей деятельности учителей физики и физиков-исследователей, практическому знакомству с современным оборудованием, которое используется при выполнении научного эксперимента, что в дальнейшем позволит им корректировать свой выбор специализированной кафедры при написании магистерской и (или) кандидатской диссертаций. Результаты успешно выполненной работы стимулируют участие студентов в научных семинарах и конференциях, проводимых в рамках факультета и всего вуза.

В процессе выполнения заданий по направлениям физического практикума выявляется творческий потенциал студента, развиваются навыки самостоятельного изучения и обобщения выводов научно-технической литературы, воспитывается способность решать проблемные задачи, что особенно важно в дальнейшей профессиональной деятельности выпускника педагогического вуза. Опыт проведения самостоятельной научной работы, выбор наиболее эффективных способов и приемов, оценка полученных данных развивают умение формировать собственное мнение, что играет важную роль в повышении образовательного уровня и выборе характера их будущей деятельности.

1. Аванесян В.Т., Абрамова Н.М. Импедансные спектры кристаллов легированного силиката висмута $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}\text{:Ge}$. Физика твердого тела, 2015 г., принята к публикации.

2. Wiehl L., Friedrich A., Hauss E., Morgenroth W., Grzechnik A., Friese K., Winkler B., Refson K., Milman V. Structural compression and vibrational properties of $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ sillenite from experiment and theory // J. Phys.: Condens. Matter. – 2010, v. 22, № 50.– p. 1– 16.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА В СПЕЦИАЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Аванесян В.Т., Максютова А.Р., Ракина А.В.

Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
avanesyan@mail.ru

Усиление научно-исследовательской составляющей учебного процесса по физике является важным фактором повышения учебной мотивации студентов и качества их образования. Дисциплина «Специальный физический практикум», как составляющая курса «Физика конденсированного состояния вещества», который преподается на кафедре физической электроники, имеет своей целью практическое ознакомление обучающихся с физическими методами исследования электрических и оптических свойств твердых тел.

Синтез и исследование свойств полимерных нанокомпозитов и наногетерогенных смесей полимеров являются приоритетными направлениями современной науки в связи с уникальными свойствами наноструктурированных материалов. Практикум «Полимерные функциональные материалы» выполняется с целью экспериментального изучения свойств полимеров с наполнителями, применяемых в промышленном производстве. Задачами выполнения лабораторных работ являются: изучение способов получения наполненных полимерных материалов; исследование влияния наполнителя и его содержания в композиции на физические свойства полимерных материалов при варьировании условий эксперимента. Направления исследований предусматривают: установление зависимости между составом, структурой и свойствами материалов; изучение физической природы явлений, происходящих в полимерах и других материалах, используемых в электронике, при воздействии на них различных факторов; изучение областей применения исследуемых групп материалов.

До последнего времени постановка лабораторных работ в аналогичных практикумах была затруднена сложностью реализации экспериментальных методов исследования. Развитие за последние годы новой приборной базы отечественного и зарубежного оборудования сделало возможным более глубокое и наглядное изучение электрофизических и оптических свойств материалов в вузовском лабораторном физическом практикуме. Последний включает в себя рассмотрение принципов и современных подходов к использованию диэлектрической и оптической спектроскопии и направлен на формирование у студентов экспериментальных навыков в овладении основными методами диэлектрических и оптических измерений на примере работы с автоматизированными RLC-измерителем и Фурье-спектрометром.

Предварительная подготовка студентов к выполнению заданий практикума включает приобретение ими необходимых знаний о физической сущности осваиваемого метода и его аналитических возможностях. Для получения допуска студент должен продемонстрировать знания техники безопасности при проведении экспериментов, принципов функционирования и конкретных приемов работы на предполагаемом к использованию экспериментальном оборудовании, применяе-

мых экспериментальных методик. Защита лабораторной работы заключается в демонстрации студентом знаний теории по предмету лабораторной работы, а также правильной и обоснованной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

Разработка и усовершенствование современных функциональных композитов для электролюминесцентных источников света с высокой яркостью связано с применением специальных полимеров в качестве связующего материала с высоким содержанием полярных групп. Одним из перспективных связующих для электролюминесцентных источников света на основе поликристаллического сфалерита ZnS является циановый эфир поливинилового спирта (ЦЭПС) с наполнителем [1]. В качестве примера лабораторной работы спецпрактикума рассматривается исследование диэлектрических спектров слоев ЦЭПС, сформированных на проводящих прозрачных подложках, с применением прецизионного измерителя импеданса. В процессе выполнения экспериментального исследования студенты изучают характер диэлектрической дисперсии, определяют параметры, характеризующие поляризационные процессы в электролюминесцентных слоях.

При выполнении оптических измерений предлагается определение спектров диффузного отражения слоев ЦЭПС. Указанный метод основывается на анализе параметров отраженного излучения, содержащего определенную информацию о свойствах исследуемого вещества. По изменениям распределения интенсивности отраженного света на шкале длин волн можно проанализировать физико-химические реакции окисления и разложения, оценить оптическую ширину запрещенной зоны E_g и характер оптических переходов. Определение параметра E_g возможно по краю собственного поглощения света полупроводником и основано на возбуждении валентного электрона в зону проводимости за счет поглощаемой энергии фотона. При этом широко используется метод Тауца [2]. Соответствующее выражение имеет вид:

$$(h\nu\alpha)^{1/n} = A(h\nu - E_g), \quad (1)$$

где h — постоянная Планка, ν — частота колебаний, α — коэффициент поглощения, A — коэффициент пропорциональности. Величина показателя n определяется типом оптических переходов в образце. В частности, для прямых разрешенных переходов в исследуемом материале $n = 1/2$.

Полученный для образца полимера спектр ДО можно преобразовать в спектральную зависимость функции Кубелки-Мунка $F(R_\infty)$ [3] (R_∞ — абсолютный коэффициент отражения исследуемого слоя), пропорциональной коэффициенту поглощения. Для реального эксперимента выражение (1) в этом случае трансформируется следующим образом:

$$[h\nu F(R_\infty)]^2 = A(h\nu - E_g). \quad (2)$$

Пересечение касательной к участку кривой в точке перегиба зависимости $[h\nu F(R_\infty)]^2(h\nu)$ с осью $h\nu$, позволяет найти требуемую ширину запрещенной зоны.

Таким образом, реализация предлагаемой структуры специального физического практикума обеспечивает возможности формирования у студентов знаний и умений практического использования современных методов диагностики микро- и наноструктур.

1. Аванесян В.Т., Заграничек А.Л., Коршунова М.К., Михайловская Н.М., Сычев М.М. Спектроскопия полимерного связующего для электролюминесцентного источника света. // Сб. докл.

Межд. науч. конф. Фундаментальные проблемы физики твердого тела, Минск, 20-23 окт. 2009, с. 200 - 202.

2. Tauc J. The Optical Properties of Solids. Amsterdam, North-Holland, 1970. 277 p.

3. Kubelka P., Munk F. // Z. Tech. Phys. 1931. № 12. P. 593–601.

ПРАКТИКУМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЯ

Авдеев Н.А., Артамонов О.Н., Мельников А.И.

Петрозаводск, Россия, ПетрГУ

navdeev@psu.karelia.ru

Лабораторный практикум по экспериментальным методам исследования проводится на физико-техническом факультете ПетрГУ на 3 курсе бакалавриата. Он помогает студентам приобрести элементарные навыки исследовательской работы при изучении физических процессов и свойств материалов.

В исследовательской работе можно выделить несколько основных этапов:

- постановка задачи исследования;
- ознакомление с принципами и методами измерения исследуемых физических процессов;
- работа с технической документацией на приборы и оборудование;
- проведение измерений параметров материалов и структур, применяемых в электронике;
- протоколирование, обработка полученных результатов, составление и защита отчета.

Следует отметить методические особенности обучения при выполнении лабораторных работ. Студенты третьего года обучения уже изучили курс общей физики и имеют навыки проведения измерений в учебных лабораториях по четкой инструкции. Для того, чтобы подготовить их к самостоятельному проведению исследовательской работы, выполнение практикума разделяют на две части.

На первом этапе так же, как и в физпрактикуме по общей физике, студентам предлагается провести измерения по указаниям методического пособия. Это позволяет освоить методики, порядок выполнения измерений и изучить устройство экспериментального оборудования для всех лабораторных работ практикума.

Студенты составляют и сдают отчет, содержащий выдержки из описания прибора, позволяющие определить условия проведения измерений на данном оборудовании, физические процессы, на которых основана работа установки, протокол измерений, сравнение измеренных величин с табличными значениями (найденными в Интернете по заданным ключевым словам).

На втором этапе задаются вариативные задачи. Студенты разбиваются на группы, с учетом своих интересов для проведения совместных исследований с помощью одной из методик практикума. Предлагаются задачи, выполнение которых потребует составления алгоритма исследования и подбора режимов работы измерительного оборудования.

Внутри студенческой группы организуется распределение обязанностей:

- поиск информации об исследуемом материале;
- составление плана исследований;
- определение режимов работы оборудования и выполнение измерений;

- регистрация и обработка результатов.

После беседы с преподавателем и корректировки плана исследования студенты допускаются к самостоятельному выполнению работы.

После окончания работы группа составляет отчет, который должен содержать цель и алгоритм исследования, протокол измерений, методики обработки результатов, оформленные в виде таблицы и графиков результаты, технические возможности установки. Студенты готовят презентацию доклада.

В микроэлектронике широко применяются диэлектрические и полупроводниковые материалы, используемые для создания электронных приборов, в том числе и оптических преобразователей. Для исследования свойств полупроводниковых и диэлектрических материалов в представленном практикуме используются следующие методы:

- анализ свойств полупроводника методом вольт - фарадных характеристик;
- анализ свойств диэлектриков резонансным методом измерения добротности;
- исследования оптических свойства веществ, связанных с люминесценцией.

Методом вольт-фарадных характеристик (ВФХ) в задании *первого этапа* для структуры Si-SiO₂-Al. измеряются стандартные параметры полупроводника: тип проводимости, концентрацию примеси [1].

В *вариативной части* предлагается определить скорость развертки ВФХ в диапазоне частот $5 \cdot 10^{-3}$ - $2.5 \cdot 10^{-2}$ Hz, в котором можно снимать равновесную характеристику (рис.1). Показать возможность использования структуры металл-диэлектрик-полупроводник в качестве элемента памяти, с помощью проведения измерений величины заряда в диэлектрике, в зависимости от значения приложенного напряжения и времени его воздействия.

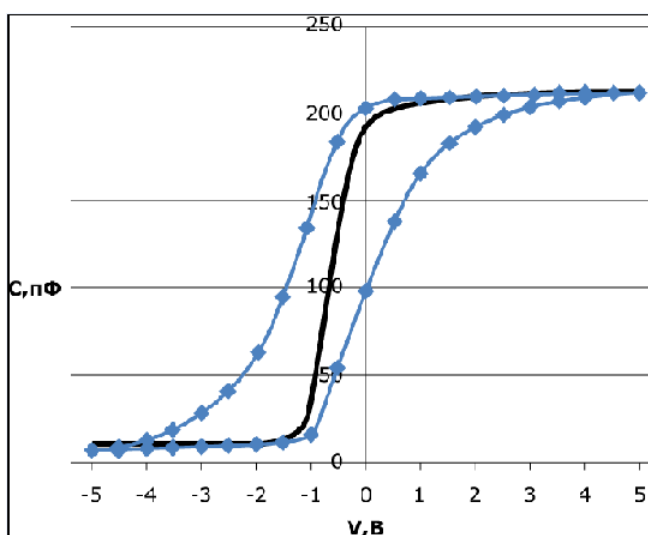


Рис. 1. Вольт-фарадные характеристики структуры Si-SiO₂-Al: 1 – равновесная зависимость, 2 – неравновесные зависимости

Резонансными методами на *первом этапе* производится измерение диэлектрических характеристик жидких диэлектриков [2]. На рис. 2 приведен пример измеренных диэлектрических характеристик для трансформаторного масла. Результаты показаны в виде диаграммы Коула – Коула.

Вариативная часть этой работы представляет собой измерение диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь структуры Ta – Ta₂O₅ – Al с

анодным окислом или тангенса диэлектрических потерь машинного масла при наличии загрязнений.

При исследовании оптических свойств в задании *первого этапа* предлагается с помощью спектрофотометра определить спектр излучения светодиода и спектр флуоресценции алюмината стронция (SrAl_2O_4), проверить выполнение закона Стокса [3].

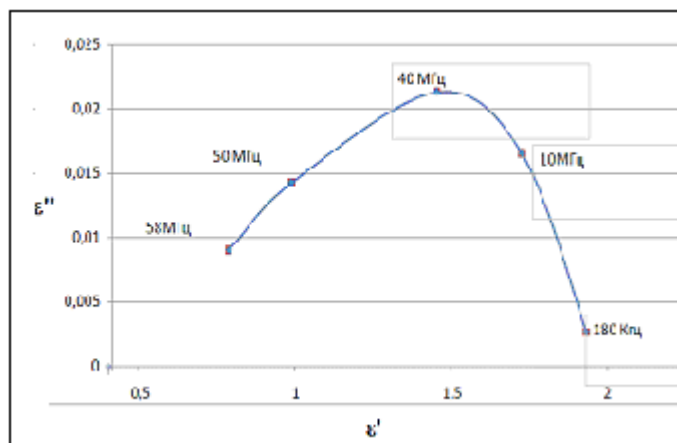


Рис. 2. Диаграмма Коула – Коула для трансформаторного масла

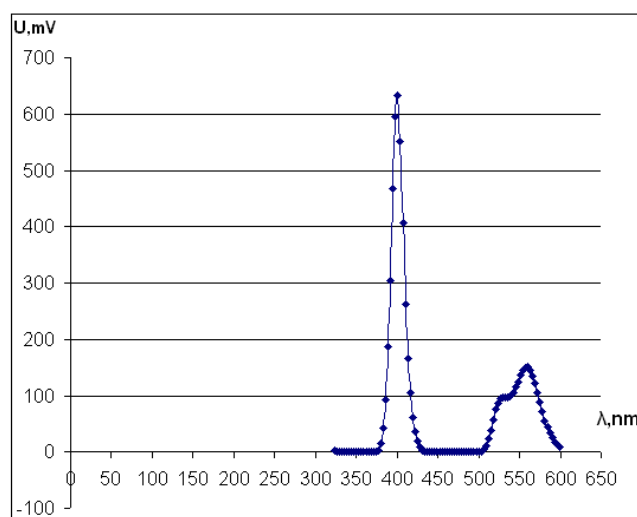


Рис. 3. Спектры возбуждающего и люминесцентного излучения

Вариативная часть – измерение спектра электролюминесценции светодиодов. Полученные данные необходимо сравнить с характеристиками диодов, найденными в интернете. В другом варианте предлагается исследовать спектр пропускания полиэтиленовых пленок и зависимости поглощения света от их толщины. Используя закон Бугера – Ламберта, определить коэффициент поглощения полиэтилена.

После завершения практикума студенты делают доклады по результатам вариативной части, которые дополняются информацией о практическом применении исследуемых материалов.

Каждый год задания вариативной части обновляются, появляются новые задачи, отличающиеся как по содержанию, так и по уровню сложности исследования. Включение в работы вариативных заданий призвано пробудить интерес, а затем создать и закрепить творческое отношение к будущей профессиональной деятельности студентов.

1. Гуртов В. А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие – 3е изд., доп. Москва : Техносфера. 2005. — 512 с.
2. Поплавко Ю. М. Физика диэлектриков: учеб. пособие для вузов.— Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1980. — 400 с.
3. Нагибина И.М. и др. Прикладная физическая оптика: учебное пособие — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Высшая школа, 2002. — 565 с.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ЛАЗЕРЫ НА КРАСИТЕЛЯХ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Агишев И.Н., Казак А.А., Толстик А.Л.

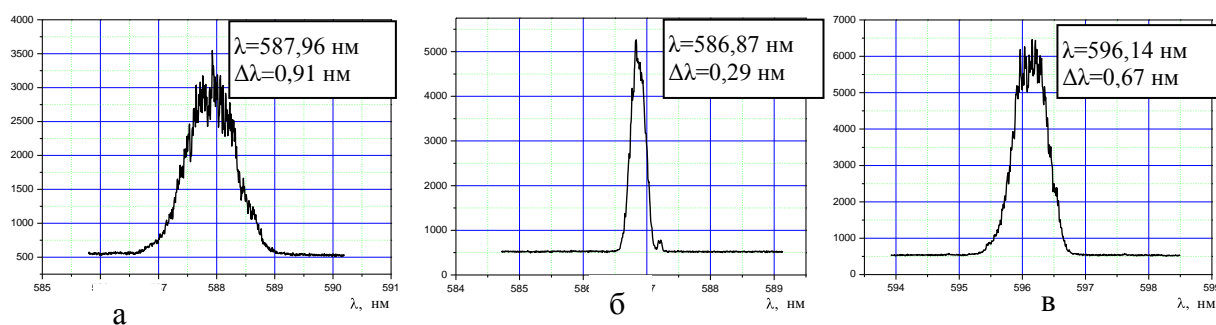
Минск, Республика Беларусь, Белорусский государственный университет
agishev@bsu.by

Стремительное развитие лазерной техники, применение лазерных и оптоэлектронных систем во многих областях науки и техники, весьма интересная физика нелинейных процессов, протекающих под действием интенсивного лазерного излучения – все это определяет необходимость постоянного повышения качества подготовки специалистов по лазерной физике и нелинейной оптике. Специалистов по этим направлениям в Республике Беларусь готовит целый ряд учреждений высшего образования: Белорусский государственный университет (БГУ), Белорусский национальный технический университет (БНТУ), Гродненский и Гомельский государственные университеты и др.). При этом следует отметить, что углубленная подготовка по лазерной физике и нелинейной оптике на ряде специализирующих кафедр расширяется в связи с переходом к двухуровневой системе подготовки специалистов и увеличением числа магистрантов с 6-летним сроком обучения (научно-ориентированная и практико-ориентированная магистратуры). Формированию практических навыков будущих специалистов, несомненно, способствуют научно-исследовательская работа студентов и специальные лабораторные практикумы, которые должны отвечать современному уровню развития науки и техники, а также органически вписываться в структуру учебного процесса.

Выпускаемые промышленностью современные лазерные системы, в большинстве своем, не удовлетворяют потребностям учебного процесса, так как в них технически не предусматривается возможность самостоятельного монтажа студентами отдельных элементов лазера (зеркал резонатора, модулятора добротности и др.), не обеспечиваются требования техники безопасности при монтаже и юстировке лазера учащимися. Для решения этой проблемы в Белорусском государственном университете совместно с Белорусско-японское совместное предприятие «ЛОТИС ТИИ» был разработан и внедрен в учебный процесс лазер на иттрий-алюминиевом гранате LS-2134Y [1] для лабораторного практикума, который позволил на современном уровне проводить цикл работ по изучению энергетических и временных характеристик твердотельных лазеров, охватывая все известные динамические режимы работы лазера и генерации второй гармоники [2].

С целью дальнейшего развития практикума были разработаны и изготовлены перестраиваемые по частоте лазеры на красителях, позволяющие осуществить обучение студентов методам управления спектральными характеристиками лазерной генерации и основам конструирования лазерных систем с перестраиваемой по частоте генерацией. Комплект лабораторного оборудования включает набор механических узлов и оптических элементов для конструирования и сборки учащимися

лазера на красителях с резонаторами различной сложности. Для оптической накачки выбранных красителей (растворы Родамин 6Ж или DCM в этаноле) вполне логичным является использование излучения второй гармоники разработанного ранее лазера на алюмоиттриевом гранате. В качестве диспергирующих элементов селективных резонаторов предложено использовать отражательные дифракционные решетки с различными периодами, а также всевозможные призмы. Для изучения одного из способов управления шириной линии генерации лазеров на красителе в набор оптических элементов входит внутрирезонаторный телескоп. Дифракционные решетки в специальном держателе крепятся на поворотный столик с лимбом и микровинтом позволяющим определять угол поворота в горизонтальной плоскости с достаточной точностью.



- а – резонатор с решеткой 1200 л/мм без внутрирезонаторного телескопа,
- б – резонатор с решеткой 1200 л/мм с внутрирезонаторным телескопом,
- в – резонатор с решеткой 1800 л/мм без внутрирезонаторного телескопа

Рис. 1. Результаты измерения учащимися длины волны и анализа формы линии излучения с различными дисперсионными резонаторами

Предложенная конструкция дает возможность учащимся самостоятельно конструировать резонатор лазера из широкого набора оптических элементов от самого простого неселективного резонатора к более сложному, содержащему дифракционные решетки, призмы, внутрирезонаторный телескоп. При этом отслеживаются те или иные изменения спектральных и энергетических характеристик генерации. На рисунке 1 в качестве примера представлены результаты измерения студентами длины волны и анализа формы линии излучения в зависимости от конструкции резонатора.

Надо отметить, что сборка и юстировка дисперсионного резонатора требует не только хорошего понимания физических процессов протекающих в лазере, но и аккуратности, настойчивости и незаурядного терпения. В ходе выполнения такой работы студенты нередко проявляют находчивость и инициативу, а главное получают необходимые умение и навыки работы с лазерами, а также современными системами регистрации пространственно-временных и спектральных характеристик генерации.

Среди других методов перестройки частоты и сужения линии генерации достойных подробного изучения следует отметить лазеры с распределенной обратной связью (РОС). Лазеры такого типа позволяют получать узкую линию генерации, оперативно перестраиваемую в пределах контура усиления активной среды, без применения внешнего резонатора и спектрально-селективных элементов. На настоящее время такие лазеры позволяют получать наиболее простым способом генерацию импульсов пикосекундной длительности как при пикосекундном, так и

наносекундном возбуждении. Создание РОС-лазеров с высокими выходными характеристиками обусловило их применение в спектроскопии, медицине, экологии, биологии. Следует также заметить, что пионерские работы по РОС лазерам были выполнены в Институте физики НАН Беларуси, что побудило привлечь к разработке РОС-лазера для учебного процесса сотрудников лабораторий института. Фотография разработанного лазера представлена на рисунке 2.

При накачке лазера на растворе красителя ДСМ импульсами с энергией $\sim 2,5$ мДж диапазон перестройки длины волны генерация составил 97 нм (588 нм – 686 нм). При незначительных уровнях накачки спектр излучения РОС-лазера состоит из одиночной линии с шириной 0,02 нм. Увеличение уровня накачки сопровождалось возрастанием общей ширины спектра излучения РОС-лазера с $\sim 0,03$ нм до $\sim 0,1$ нм. При этом в области максимума контура усиления КПД генерации достигал 35 %, а пороговая мощность возбуждения составляла 0,7 – 1 кВт.

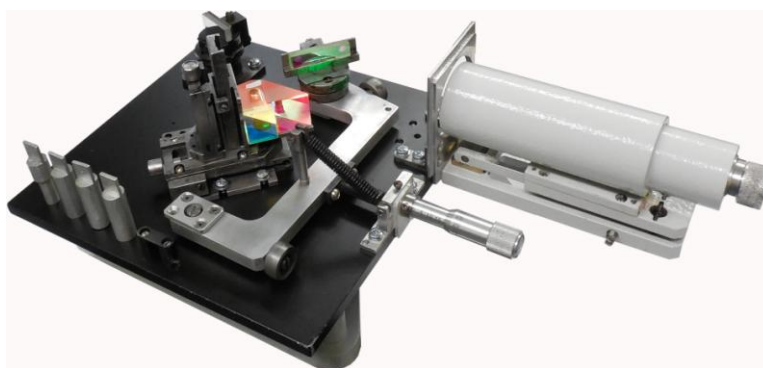


Рис. 2. Лазер на красителе с распределенной обратной связью

Созданный лазер позволил внедрить в учебный процесс на физическом факультете БГУ лабораторную работу «Перестраиваемые лазеры с распределенной обратной связью» выполнение которой позволяет изучить принципы спектральной селекции излучения в лазерах со стационарной и динамической распределенной обратной связью, получить навыки юстировки РОС-лазеров; исследовать энергетические и спектральные характеристики РОС-лазера на красителе.

В заключение отметим, что разработанные модели лазеров могут быть использована как для проведения работ специального практикума по лазерной физике, так и для подготовки дипломных и магистерских работ и проведения оригинальных научных исследований.

1 И.Н.Агишев, Е.А.Мельникова, А.Л.Толстик. Базовая модель лазера для специального практикума по лазерной физике и нелинейной оптике // Труды VIII Международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». Москва, 2004, с.184.

2 И.Н.Агишев, А.Л.Толстик. Лабораторный практикум по лазерной физике и нелинейной оптике/ Материалы XI международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». Минск. 2010, с.243-244.

О ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО ПРОФИЛЮ «ОКЕАНОЛОГИЯ» В ФИЛИАЛЕ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ

Алешкевич В.А.¹, Дулов В.А.², Кульша О.Е.³

¹Москва, Россия, МГУ имени М.В. Ломоносова

²Севастополь, Россия, Морской гидрофизический институт

³Севастополь, Россия, Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова

victoraleshkevich@rambler.ru

Актуальнейшей задачей развития Крыма и Севастополя является выстраивание системы рационального природопользования в регионе. Особое внимание в этом направлении уделяется водным ресурсам полуострова, в которых морская составляющая занимает важнейшее место. В ряду первоочередных задач стоят обновление и расширение портовых мощностей, строительство гидротехнических сооружений в Керченском проливе, ведение разведки месторождений углеводородов в шельфовой и глубоководной зонах Крыма, мониторинг экологической безопасности акватории, существенное увеличение объёма рыбного промысла. Не теряет значимости и задача улучшения качества прогнозирования гидрометеослужбы, что достигается повышением точности и быстродействия моделей климата и погоды.

С этой целью Филиал МГУ в г. Севастополе с 2012 г. проводится обучение студентов по программе бакалавриата. Научная работа студентов проходит в Морском гидрофизическом институте (МГИ) г. Севастополя, в котором выполняются исследования по следующим направлениям:

- фундаментальные и прикладные физико-климатические исследования;
- комплексные междисциплинарные исследования основных процессов формирования и эволюции экосистем Черного и Азовского морей и других стратегически важных регионов Мирового океана;
- разработка методов и средств оперативной океанографии, создание современных информационных технологий и систем сбора, обработки, анализа
- и использования

Лекции по базовым дисциплинам читают приезжающие профессора и доценты физического факультета МГУ, семинары и спецкурсы- преподаватели филиала и сотрудники МГИ, имеющие образование в МГУ и МФТИ и являющиеся докторами и кандидатами наук. Такой подход призван, с одной стороны, обеспечить глубину фундаментального образования, присущего Физическому факультету МГУ, с другой - соответствие насущным потребностям подготовки новых научных кадров региона.

В разделе «Специальные дисциплины» учебного плана на третьем и четвертом годах обучения предусмотрено прохождение следующих курсов:

- Механика сплошных сред – 68 часов
- Волны в океане – 34 часа
- Модели океанической циркуляции – 34 часа
- Введение в физику атмосферы – 34 часа
- Теория турбулентности – 34 часа
- Морские измерения – 34 часа

Механика сплошных сред – классическая дисциплина, закладывающая прочный фундамент в процесс усвоения студентами всех остальных профессиональных

знаний. В силу специфики профессии основное внимание в нём уделяется разделу «Гидродинамика».

Курс «*Волны в океане*» знакомит студентов с основными типами волн в океане, их ролью в системе океан-атмосфера, значением в морской практической деятельности, с методами измерений волн, их моделирования и прогноза. Его преподавание основывается как на классических методах описания волн в океане, исходя из уравнений гидродинамики, так и на общефизических подходах к рассмотрению эволюции волн в неоднородных средах. Курс состоит из следующих разделов:

- Акустические волны
- Длинные волны и приливы
- Поверхностные волны
- Внутренние волны
- Волны и колебания, обусловленные вращением Земли
- Волны на шельфе
- Планетарные волны

Курс «*Введение в физику атмосферы*» даёт представление о физике основных атмосферных процессов и формировании климата, служит введением в практическую метеорологию, даёт основу для освоения глобальных и региональных численных моделей атмосферы. Включает в себя следующие разделы:

- Строение атмосферы
- Термодинамика атмосферы
- Динамика атмосферы
- Перенос излучения в атмосфере
- Микрофизика облаков
- Атмосферный пограничный слой

В курсе «*Модели океанической циркуляции*» описываются все три подхода к изучению течений в океане: наблюдения, теоретические модели и численное моделирование. Дается исчерпывающий анализ факторов, формирующих разнообразные течения в океане: геострофические, дрейфовые, термохалинную циркуляцию, экваториальные и межпассатные противотечения, западные пограничные течения.

Курс «*Теория турбулентности*» имеет мировоззренческую и методологическую направленность, включает в себя подробное описание различных типов гидродинамических неустойчивостей, основ статистического подхода к описанию турбулентных полей, полуэмпирических моделей турбулентности.

В курсе «*Морские измерения*» разбираются основные физические принципы действия и конструкции датчиков (контактных и бесконтактных) различных гидрофизических величин: давления, температуры, электропроводности, скорости течений; изучаются методы дистанционных измерений; раскрываются методики проведения экспериментов: с помощью судовой аппаратуры, буксируемой на ходу или зондирующей при дрейфе судна, постановки измерительных донных станций и буйковых в открытом океане. В курс включены следующие разделы:

- Классические инструментальные методы
- Акустические доплеровские системы
- Дрифтерные технологии (рис. 1)
- Наземные радиолокационные системы
- Спутниковые данные

Полученные теоретические знания студенты закрепляют в курсе специального

физического практикума на базе Экспериментального отделения Морского гидрофизического института в пос. Качивели, расположенном на южном берегу Крыма. В ходе практикума они овладевают навыками работы с метеорологической и гидрофизической аппаратурой, методами сбора, обработки и интерпретации данных в полевых условиях. Работы проводятся на маломерных судах, морской платформе, стоящей на сваях в 400-х метрах от берега и в лабораториях на берегу.

Научно-исследовательская работа подразумевает посещение студентами МГИ, изучение специальной литературы в его библиотеке, доступ к имеющемуся в нём банку данных измерений, консультирование у сотрудников института, являющимися руководителями их дипломных работ.

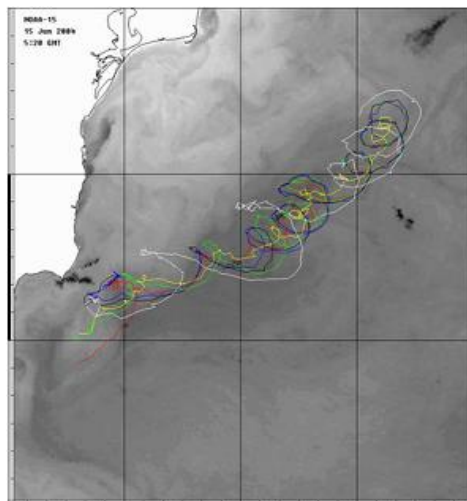


Рис. 1. Траектории дрейфтеров отображают характер Основного черноморского течения

МИР АТОМОВ И МОЛЕКУЛ В СОВРЕМЕННОМ КУРСЕ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Алешкевич В.А.

Москва, Россия, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
victoraleshkevich@rambler.ru

Хотя представление о том, что материя состоит из отдельных частиц — атомов возникло еще в древней Греции (Левкипп и Демокрит, V век до н.э.), основы атомно-молекулярного учения впервые были изложены Ломоносовым в его работе «Элементы математической химии» (1741г.). В ней утверждалось, что все вещества состоят из мельчайших «нечувствительных» частичек двух видов, физически неделимых и обладающих способностью взаимного сцепления. Свойства веществ определяются свойствами этих частичек. Более мелкие частицы — «элементы», соответствующие атомам в современном понимании этого термина, и более крупные — «корпускулы», которые мы называем теперь молекулами.

В последующем в развитие атомно-молекулярного учения большой вклад внесли Дж. Дальтон, А. Лавуазье, Ж. Пруст, А. Авогадро, Й. Берцелиус, Д. И. Менделеев, А. М. Бутлеров и др.

За более чем 250 лет эти идеи о строении вещества прошли всестороннюю проверку, и их справедливость была полностью подтверждена. В настоящее время на атомно-молекулярном учении базируются все наши представления о строении

материи, о свойствах веществ и о природе физических и химических явлений.

В XX веке появились технические возможности непосредственно наблюдать дискретную структуру строения вещества с помощью электронного микроскопа (ЭМ) (Э.Руск, 1932 г.), позволившего получать изображение объектов с максимальным увеличением до 10^6 раз. Разрешающая способность современного электронного микроскопа может быть меньше одного ангстрема!

Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) (Г.Бинниг, Г.Рорер 1981 г.) позволил получать изображения (топографию) поверхности электропроводящих твердых тел с пространственным разрешением порядка межатомных расстояний.

Созданный позднее атомно-силовой микроскоп (АСМ) (Г.Бинниг, К.Куэйт, К.Гербер, 1982 г.) представлял собой модификацию (СТМ) и позволял исследовать поверхности непроводящих образцов.

Таким образом, эти приборы и их многочисленные разновидности позволили непосредственно получать информацию о дискретной структуре твердых тел, «наблюдать» большие молекулы, образованные большим числом атомов и пр.

Традиционно при изучении систем, состоящих из огромного числа частиц, используются как термодинамический, так и статистический подходы, взаимно дополняющие друг друга. Первый подход базируется на четырех базовых утверждениях (началах) и оперирует с макроскопическими параметрами, описывающих состояние системы. Однако при этом практически утрачивается информация о характере движения атомов и молекул и их взаимодействии между собой.

Сложность и красота микромира вскрывается лишь при статистическом описании. В этом случае удается дать ответ на вопрос что же такое температура, в чем различие между теплотой и работой, каким образом системы стремятся прийти в равновесное состояние, что такое энтропия. Если переход системы из упорядоченного в хаотическое состояние воспринимается студентами как естественный процесс, то обратный переход, при котором из хаоса возникает порядок, кажется невероятным! Среди учащихся до сих пор распространено мнение, что температура есть мера средней кинетической энергии системы.

Только при таком подходе удастся ответить на вопрос почему вещества могут находиться в разных агрегатных состояниях, почему свойства низкоразмерных структур кардинально отличаются от свойств объемных веществ того же химического состава, каковы современные технологии создания новых материалов с уникальными свойствами и др. Более того, статистический подход является единственным возможным способом описания поведения микрочастиц. Это находит затем подтверждение, в частности, при изучении зонной теории электропроводности твердых тел в курсе электромагнетизм, теории излучения света в оптике, а также многих явлений в атомной и квантовой физике.

В настоящем докладе предлагается новая методология построения современного курса «Молекулярная физика», интегрированного в «Университетский курс общей физики», в рамках которого в издательстве «Физматлит» уже изданы «Механика» (2011 г.), «Оптика» (2010 г.) и «Электромагнетизм» (2014 г.). Как и во всех вышеперечисленных курсах, «Молекулярная физика», (издается в 2015 г.), базируется на многоуровневой концепции изложения материала с учетом современных научных достижений.

Автору представляется крайне важным расширить кругозор учащегося «за горизонт» представлений о простейших термодинамических системах, подобно модели идеального газа, занимающего неоправданно большой место в курсе, и других

простейших модельных систем. Среди актуальных тем, требующих детального изложения, это, как ни странно, прежде всего является фундаментальное понятие температуры. Пожалуй, трудно найти другую физическую величину, которая многократно употребляется в повседневной жизни, и в то же время истолковывается зачастую неправильно. Несомненно, современный курс должен включать важнейшие статистические распределения для описания классических и квантовых систем с последующей широкой иллюстрацией статистических свойств систем многих частиц (например, распределение по скоростям молекул жидкостей, распределение по частотам акустических и оптических фононов в твердых телах, связь внутренней энергии и температуры), возникновение хаоса из порядка и обратный процесс самоорганизации, как это имеет место в открытых системах, энтропийный баланс Земли и второе начало термодинамики, «тепловая смерть Вселенной», свойства мономолекулярных систем, полимеров, жидких кристаллов, сверхвысокие давления и температуры, сверхкритическое состояние вещества и др.

Эти, и многие другие актуальные проблемы обсуждаются в настоящем докладе в методическом единстве с основным содержанием предлагаемого курса.

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ
БАКАЛАВРОВ ПРОФИЛЕЙ «ФИЗИКА» И «ИНФОРМАТИКА»
В ХОЛИСТИЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
СРЕДЕ ВУЗА**

Аниськин В.Н.

Самара, Россия, Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
vnaniskin@gmail.com

Компетентностно-ориентированная подготовка бакалавров педагогического образования профилей «Физика» и «Информатика», нормативно определяемая федеральными государственными образовательными стандартами ФГОС ВПО и ФГОС ВО, представляет собой процесс формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных (профессионально-прикладных) компетенций будущих педагогов, направленный на достижение нового качества высшего профессионального образования. При этом обязательным компонентом названных компетенций являются информационные (ИТ) компетенции, которые в силу их особой значимости для бакалавров названных профилей (по сути, учителей физики и информатики), осуществляющих свою деятельность в современном информационно-образовательном пространстве (ИОП), мы объединяем в соответствующую ИТ-компетентность. Понятие «ИТ-компетентность» относится к ключевым терминам ФГОС, разработанным учёными РАО по поручению Минобрнауки РФ, и определяется как способность и умение самостоятельно искать, анализировать, отбирать, обрабатывать и передавать необходимую информацию при помощи коммуникативных информационных технологий.

Сущность компетентного подхода к подготовке бакалавров определяется не только совокупностью принципов, структуры и содержания образования, а и особенностями организации учебно-воспитательного процесса вуза. И здесь главную роль играет та информационно-образовательная среда (ИОС), в которой протекает этот процесс. Не случайно ФГОС ВО в качестве одной из ключевых профессиональных компетенций академических и прикладных бакалавров-педагогов оп-

ределяет способность использовать возможности ИОС для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения, а также обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых предметов. Кроме того, названный образовательный стандарт предписывает выпускнику программы академического бакалавриата в качестве обязательной составляющей квалификационной характеристики умение решать профессионально-педагогические задачи формирования образовательной среды для обеспечения качества образования, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [1].

По-нашему мнению формирование и развитие ИТ-компетентности бакалавров профилей «Физика» и «Информатика» будет особенно продуктивным в условиях холистичной информационно-образовательной среды (ХИОС), которую мы определяем как системно-интегративный комплекс современных и перспективных ИКТ, аналоговых и цифровых средств их реализации, учебных, научных и иных бумажных и электронных ресурсов, в том числе программных средств учебного назначения, средств их разработки, хранения и обеспечения дистанционного и непосредственного доступа к информации, необходимой педагогам и учащимся; а также традиционных ТСО, лабораторного и иного учебно-производственного оборудования.

В ХИОС факультета математики, физики и информатики Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (ФМФИ ПГСГА) комплексирование средств обучения выполняется в трёх основных комбинациях: традиционные аналоговые ТСО и современные цифровые средства ИКТ; современные и перспективные средства ИКТ; средства лабораторного практикума и компьютерные средства ИКТ. Примером последнего комплекса является лаборатория электричества кафедры физики ФМФИ, в которой 10 персональных компьютеров, объединенные в локальную сеть и имеющие проводной и Wi-Fi доступ в сеть Интернет, мультимедийный проектор и интерактивная доска комбинируются с 18 лабораторными установками по учебному курсу «Электричество», лабораторными физическими приборами, оборудованием и макетами для организации демонстрационного эксперимента.

Непременным атрибутом ХИОС являются также специализированные учебные кабинеты, библиотека, медиатека, музеи вуза, иные общекультурные и культурно-просветительские объекты, находящиеся как в вузовской инфраструктуре, так и за её пределами. Например, на ФМФИ ПГСГА создаётся политехнический мини-музей, в котором студентами и преподавателями факультета собраны традиционные и современные средства обучения. Экспонаты этого мини-музея являются, в большинстве своём, как средствами обучения студентов, так и объектами изучения. В этом случае можно уже говорить о холистичном ИОП вуза, города, региона.

Основываясь на результатах исследований С.В. Тришиной и А.В. Хуторского [2], в условиях ХИОС мы используем предметно-дидактический подход на всех этапах формирования ИТ-компетентности бакалавров профилей «Физика» и «Информатика», обеспечивающий развитие таких её общих составляющих, как: знания о мире и способах деятельности; практический опыт осуществления способов деятельности на основе усвоенного опыта; опыт творческой исследовательской деятельности, выражающийся в способности к решению новых задач; опыт формирования потребностей и мотивации, обуславливающих отношение личности к миру и

её систему ценностей.

При таком подходе основным условием эффективности процесса формирования и развития ИТ-компетентности бакалавров профилей «Физика» и «Информатика» является то обстоятельство, что теоретическое технологическое знание, выполняющее методологическую функцию по отношению к практической деятельности, доводится до приложения к конкретным учебным дисциплинам (в нашем случае, к физике и информатике). Кроме того, по итогам эксперимента установлено, что результативность этого процесса может быть обеспечена выполнением следующих условий:

- организацией учебной деятельности на основе целенаправленного формирования иерархической системы терминальных и инструментальных ценностей, позволяющих студентам правильно ориентироваться в насыщенных информационных потоках;

- обеспечением оперативного интерактивного взаимодействия обучающихся с ХИОС, что делает возможным построение их индивидуальных траекторий развития;

- концентрическим развитием технологических умений будущих бакалавров в ХИОС, осуществляемым по спирали в единстве с осмыслением достигнутых результатов, когда каждый виток спирали характеризуется более высоким уровнем ИТ-компетентности как в теоретическом, так и в практическом планах.

- совместным обсуждением и осмыслением достигнутых результатов по освоению и внедрению ИКТ в практику педагогами и обучаемыми;

- организацией мониторинга этапов формирования и развития ИТ-компетентности, позволяющим проводить оперативную коррекцию и самокоррекцию индивидуального процесса усвоения личностью когнитивного, деятельностного, ценностного и личностного компонентов ИТ-компетентности и их интеграцию.

1. ФГОС ВО уровня высшего образования бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/>.

2. Тришина С.В., Хуторской А.В. Информационная компетентность специалиста в системе дополнительного профессионального образования / [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Эйдос», 2004. – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2004/>.

ФИЗИКА, СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ И СИНДРОМ СОУЧАСТИЯ

Баранов А.М.

Красноярск, Россия, КГПУ им. В.П. Астафьева

alex_m_bar@mail.ru, ambar_@kspu.ru

Физика сегодня является фундаментальной наукой, описывающей и связывающей микро- и макро-миры от элементарных частиц до крупномасштабной Вселенной. Кроме того, физика – это еще и основа естественнонаучного мировоззрения, необходимого любому образованному человеку. С другой стороны, физика, как предмет, -- часть нашего образования, начиная со школьного. При этом должны ли все школьники обязательно изучать физику? Может оставить все же этот предмет «по выбору»? Зачем, казалось бы, нагружать сложными понятиями и законами школьников, если это напрямую им не понадобится в их будущей жизни? Кроме того, связана ли физика с получением фундаментального образования?

Сегодня мы пожинаем плоды решения о необязательности сдачи экзамена по физике в средней школе. Именно дети, пришедшие в школу после 1994 г., сегодня не знают физику и не обладают системным мышлением, большинство из них – гуманитарии, которые, как известно, не нужны в большом количестве для создания новых технологий и развития производства. В настоящее время около 45% опрошенных россиян искренне считают, что Солнце вращается вокруг Земли. Простую задачу о движении тела под углом к горизонту (к примеру, перелет камня или мяча через забор), школьники на ЕГЭ по физике пытаются решить с помощью теоремы Пифагора. Это означает, что многие из них не смогут найти не только достойную работу, но и вообще работу. Когда выпускник заканчивает среднюю школу в профильном гуманитарном классе и не знает естественнонаучных дисциплин, он уже не имеет свободы выбора. При поступлении в вуз он обречен либо продолжать стремиться получить гуманитарное образование, либо отказаться вообще от высшего образования. Другими словами, современный выпускник школы лишен социальной мобильности.

Изучение физики с младших классов закладывает общее естественнонаучное мировоззрение, тем более в нынешнюю эпоху. Отметим только, что несмотря ни на что, но физика оказалась именно тем единственным предметом, изучение которого формирует системное мышление. Поэтому изучение физики в школе должно быть обязательным. Это не означает, что все, изучающие физику, должны стать физиками. Бывшие школьники или студенты, изучавшие физику в полном объеме, могут в своей дальнейшей жизни больше ею не заниматься и даже многое забыть, но сформированное системное мышление останется для решения ряда других важных проблем общества и производства.

За эти десятилетия резко возросли проявления невежества и мракобесия. Но не это главное, хотя и печальное, так как незнание физики большинством членов общества – это не только отсутствие современных технологий, но и неспособность их создать в будущем. Более важно то, что без физики разрушается фундаментальность образования, лежащее в основе будущего для любого государства.

Одна из главных проблем современного образования – получение фундаментального образования. На сегодняшний день в педагогической науке нет единого мнения по поводу фундаментальности образования и его приоритетности в системе обучения молодого поколения. Дело в том, что фундаментальное образование способствует большей приспособляемости человека к быстро изменяющимся условиям окружающего мира, позволяет перестраиваться на профессиональном уровне, что значительно увеличивает возможность найти работу не только по той специальности и в той области знаний, которыми учащийся овладевал в школе или в университете. Такое образование дает основное -- готовность и способность к мобильному принятию решения (в широком смысле слова). Для этого уже в процессе учебы должны быть такие условия и методы обучения, чтобы обучающийся сам того не подозревая, был готов к этому.

Как следствие фундаментальности образования является то, что соответствующий выпускник вуза способен не только выполнять поставленную кем-то задачу (являясь простым исполнителем), но и сам может ставить и формулировать проблему, находить пути ее решения, решать, анализировать и делать необходимые выводы. Другим следствием фундаментальности образования оказывается выработка «навыков» и стремления к добыванию новых знаний, позволяющие по новому осмыслить «старые» знания. Следовательно, добывание новых знаний ведет к

развитию, прогрессу в той области, которой принадлежат эти знания.

Однако с фундаментальным образованием связан и другой важный компонент – системность мышления. Существует такая отрасль знаний, овладение которой исторически было построено так, что в целом обнаружилась универсальность самого способа получения знаний, приводящая к выработке системного мышления. Таким разделом оказалась физика, как это и не удивительно. Для ее овладения необходим упорный самостоятельный труд, так как образование по физике формирует личность, готовую к восприятию и выработке новых идей в современном мире. Этому способствует, как ни парадоксально, сложившаяся система изучения этой науки. При изучении физики, учащийся как бы поднимается по историческим ступеням познания мира, начиная с механики Галилея и Ньютона до законов микромира и Вселенной. При этом путь науки раскрывается как преодоление противоречий между исторически сложившимися взглядами на природу и новыми фактами о её свойствах. Знакомясь с фундаментальными законами природы, учащийся видит, что наука предстаёт перед ним уже не как историческая последовательность шагов познания, а как стройная единая система описания мира, основанная на фундаментальных универсальных понятиях законов сохранения и симметрии. Именно сочетание этих двух ветвей учебного процесса и вырабатывает системное мышление и универсальную приспособляемость к окружающим социальным, политическим и техногенным условиям.

С другой стороны, системность мышления обеспечивает успешное решение многих проблем в науке, в частности, в физике, позволяя получать новые результаты. Можно привести не один пример, когда значительных успехов в различных областях знаний достигают люди, имеющие своим базовым образованием физику. Известно, что люди, имеющие базовое образование по физике, могут в кратчайшие сроки переучиться на экономиста, юриста и т.д. (и этому есть ряд подтверждений), но обратное – неверно! Это в очередной раз подтверждает необходимость для общества обратить серьезное внимание на изучение физики.

Однако, существует и антипод фундаментальному образованию – синдром соучастия. Например, болельщик футбола смотрит матч по телевизору, сидя на диване и эмоционально «участвуя» в игре, так как будто сам играет, хотя, возможно, он играл в футбол только в детстве. При этом болельщик чувствует себя почти полноправным участником матча, радуясь или печальясь по результатам игры, реальным игроком которой он не был.

Под синдромом соучастия понимается особая форма соучастия в различных делах, событиях и т.д., когда один (или несколько) из участников принимает участие в каком-либо процессе (учебном, производственном, общественном, научном и т.п.) под руководством кого-либо или совместно с кем-либо, но сам по себе не желает (или не может по различным причинам, включая отсутствие навыков и профессионализма) выполнять те или иные действия, то есть не проявляет творческого начала (отсутствует творческая инициатива).

Другими словами, человек, обладающий синдромом соучастия (или просто соучастник) – это человек, который, участвуя в процессе, сам не способен самостоятельно этот процесс обеспечить без руководства извне.

При этом он не способен сам поставить и решить задачу, так как ему все время требуется кто-то, на которого он «оглядывается», ища поддержки и указаний что делать дальше. Такое можно наблюдать у маленьких детей, когда они много не умеют и под руководством родителей или вместе с ними овладевают навыками и

умениями.

А что касается исходной постановки проблемы, которую следует решать, то здесь соучастник может быть только созерцателем, наблюдая процесс становления такой постановки задачи. Это хорошо видно на учащих, которые, в частности, не записывают лекции (тем самым, отключаясь от попытки вникнуть в смысл сказанного), созерцая сам процесс чтения лекции. На практических занятиях такие учащиеся, как правило, не знают с какого конца подойти к задаче или проблеме, сформулированной преподавателем, но с удовольствием будут участвовать в обсуждении, если таковое возникнет.

Таких примеров много, но все они указывают на то, что соучастник самостоятельно не способен решить ту или иную задачу (или часть большой проблемы). Поэтому, когда дело доходит до самостоятельной деятельности, этот человек не может выполнить без посторонней помощи (или участия в коллективе) последовательность действий, чтобы завершить процесс и получить необходимый результат.

Как следствие, сегодня мы наблюдаем, что студент зачастую не способен творчески выполнить курсовую, дипломную работы, в частности, в области физики. Другими словами, ему нужна «нянька». Поэтому нередко можно услышать от студента (да и от аспиранта также), что он не знает, что и как делать даже после того, как научный руководитель разложит «по полочкам» постановку задачи и укажет основные пути ее решения. Он просто оказывается в тупике перед поставленной перед ним проблемой, потому что он не привык и не знает, как работать самостоятельно. Как следствие этого имеем неумение ставить и решать задачи самостоятельно, например, в физике даже после защиты кандидатской диссертации.

Сегодня мы имеем значительное число таких индивидуумов, порожденных массовым телевидением, Интернетом, которые «приглашают» к соучастию в виртуальной реальности. Другим примером соучастия является ЕГЭ, которое является одной из форм контроля знаний, но при этом не требует наличие творческих навыков, не заставляет глубоко думать, размышлять, обходясь в основном знаниями на уровне запоминая и автоматических навыков, которые не всегда могут быть использованы в нестандартной обстановке и «не штатной» ситуации, то есть ЕГЭ требует заучивания знаний, а не их добывание. Ведь при тестировании учащемуся заранее даются подсказки (то есть часть проблемы, связанной с умением логически думать и применять фундаментальные знания с самого начала снимается), которые могут быть никак не обоснованы, но он должен выбрать из них правильную (хотя этот ответ может не поддаваться логике и тем знаниям, которыми владеет учащийся).

Подводя итог данной проблемы, следует подчеркнуть, синдром соучастия – это общая проблема в современном мире, оказывающий негативное влияние, как на образование, так и на любой творческий процесс, в частности, научный. К сожалению, надежды, что в науку сами по себе придут молодые и самостоятельно, без подсказки, смогут получить нетривиальные результаты, иллюзорны, так как многие из них с детства «заражены» синдромом соучастия. Чтобы избежать такого негативного будущего, необходимо систематически и целенаправленно вводить фундаментальное образование, включив в него изучение физики как составной части образовательного процесса, осознавая, что именно физика формирует системное мышление.

СТРОГОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ.

11. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ, РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Бармасов А.В.^{1,2}, Бармасова А.М.², Яковлева Т.Ю.²

¹Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный университет

²Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный гидрометеорологический

университет

a.barmasov@spbu.ru

Современное обучение физике должно строиться на изложении предмета не как набора формул (что может отпугнуть и учащегося средней школы, и студента нефизических специальностей), а как логичной науки, знание которой требует не столько хорошей памяти, сколько умения рассуждать. При этом необходимо преподавать общую физику максимально ясным и понятным языком с использованием адекватного и доступного учащимся математического аппарата. Для этого крайне желательно излагать курс общей физики в определённой последовательности, стремясь к тому, чтобы материал нового раздела логично вытекал из результатов, полученных в ранее рассмотренных разделах. Такой подход также однозначно требует в самом начале каждого раздела дать строгие определения основных физических величин, использующихся в данном разделе. Строгость и корректность определений особенно актуальна в последнее время, когда начала активно применяться тестовая система оценки знаний учащихся. При этом крайне важно, чтобы определения основополагающих в общей физике понятий были бы максимально близки в курсах средней и высшей школ (в идеале – одинаковы, поскольку для их введения обычно не требуется знание высшей математики) [1].

Ранее мы уже рассмотрели, как в разных учебниках физики определяются некоторые важнейшие определения (материальная точка [1, 2], вектор и векторная величина [2, 3], сила тяготения, сила тяжести и вес [2, 4], квазиупругие силы [2, 5], математический и физический маятники [6, 7], эффект Доплера [6, 8], идеальный и реальный газы [9, 10], уравнения состояния идеального газа [9, 11], точечный заряд и электрический диполь [12, 13], свободные электроны [12, 14]), показали противоречивость некоторых подходов, предложили наиболее адекватные формулировки. Мы планируем и в дальнейшем подробно рассматривать ошибочность (или, скорее, некорректность) даваемых в некоторых случаях определений. Рассмотрим сейчас определения электрического потенциала, разности потенциалов и электрического напряжения.

«Электрический потенциал» («потенциал электрического поля в точке» или просто «потенциал точки») φ – скалярная энергетическая характеристика электростатического поля в данной его точке, численно равная работе, совершаемой электростатическим полем при перемещении положительного единичного пробного заряда по любому пути из данной точки в ту точку пространства, где его значение принято равным нулю (начальная точка). В этом определении важно, что равенство лишь численное [12].

Такое определение, очевидно, не является однозначным. При изменении положения начальной точки значение потенциала изменяется на константу, равную работе по перемещению единичного заряда из исходной нулевой точки в новую. Однако такая неоднозначность не сказывается на результатах расчёта напряжённости поля. Она может быть устранена, если выбирать начальную точку в бесконеч-

ности. Формальным препятствием к такому выбору может оказаться расходимость интеграла для потенциала на бесконечном пределе. Но можно показать, что поле любого ограниченного в пространстве распределения зарядов (все реально встречающиеся в природе распределения обладают этим свойством) на больших расстояниях убывает не медленнее, чем обратный квадрат расстояния, что заведомо обеспечивает сходимость интеграла [12].

Считается, что физический смысл имеет только разность потенциалов $\Delta\varphi$ между двумя точками поля, так как работа определена только тогда, когда заданы две точки – начало и конец пути. Итак, «разность потенциалов» – отношение работы, совершаемой силами потенциального силового поля, действующими на источник поля, при перемещении этого источника между двумя точками поля, к величине, характеризующей источник [12].

Очень часто вместо термина «разность потенциалов» используют термин «электрическое напряжение» (или просто «напряжение»), обозначая его U . Эти понятия довольно близки, имеют одинаковые размерности. Более того, общепризнанным является такое определение: «электрическое напряжение» – разность потенциалов двух точек, т. е. отношение работы по переносу электрического заряда из одной точки в другую к величине этого заряда. Но, строго говоря, разность потенциалов и напряжение – не одно и то же, последнее можно употреблять лишь при наличии электродвижущей силы [12].

Более строгое определение для электрического напряжения: напряжение U_{12} между точками 1 и 2 электрической цепи измеряется работой, совершаемой электростатическими и сторонними силами при перемещении по цепи единичного положительного заряда из первой точки во вторую:

$$U_{12} = \int_1^2 E_t dl + \int_1^2 E_{ст} dl = \varphi_1 - \varphi_2 + E_{12}, \quad 1)$$

где $E_{ст}$ – напряжённость поля сторонних сил; E_{12} – электродвижущая сила, действующая на участке цепи 1-2. При отсутствии сторонних сил величины U_{12} и $(\varphi_1 - \varphi_2) \equiv -\Delta\varphi$ совпадают [12].

1. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 1. Материальная точка / В кн.: «Тезисы докладов Совещания заведующих кафедрами физики вузов России» (Москва, 2009 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2009. – 344 с. – С. 53-55.

2. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Механика / Под ред. А.С. Чирцова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008, 2012. – 416 с.

3. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 4. Вектор и векторная величина / В кн.: «Школа и ВУЗ: Инновации в образовании. Межпредметные связи естественных наук: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической интернет-конференции» / Отв. за вып. А.В. Бармин. – Орёл: ОрёлГТУ, 2009. – 180 с. – С. 18-19.

4. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 5. Сила тяготения, сила тяжести и вес / В кн.: «Школа и ВУЗ: Инновации в образовании. Межпредметные связи естественных наук: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической интернет-конференции» / Отв. за вып. А.В. Бармин. – Орёл: ОрёлГТУ, 2009. – 180 с. – С. 20-21.

5. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 7. Квазиупругие силы / В кн.: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах стран постсоветского пространства. Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования» (Москва, июнь 2011 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2011. – 280 с. – С. 46-47.

6. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны / Под ред. А.П. Бобровского. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009, 2012. – 256 с.
7. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 2. Математический и физический маятники / В кн.: «Тезисы докладов Совещания заведующих кафедрами физики вузов России» (Москва, 2009 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2009. – 344 с. – С. 55-56.
8. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 8. Эффект Доплера / В кн.: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах стран постсоветского пространства. Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования» (Москва, июнь 2011 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2011. – 280 с. – С. 47-49.
9. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Молекулярная физика и термодинамика / Под ред. А.П. Бобровского. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009, 2012. – 512 с.
10. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 3. Идеальный и реальный газы / В кн.: «Тезисы докладов Совещания заведующих кафедрами физики вузов России» (Москва, 2009 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2009. – 344 с. – С. 56-58.
11. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 10. Уравнения состояния идеального газа / В кн.: «Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования» (Москва, 2014 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2014. – 278 с. – С. 43-44.
12. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Электричество / Под ред. А.П. Бобровского. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010, 2013. – 448 с.
13. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 6. Точечный заряд и электрический диполь / В кн.: «Тезисы докладов Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования России» (Москва, 2010 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2010. – 328 с. – С. 65-66.
14. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 9. Свободные электроны / В кн.: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах стран постсоветского пространства. Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования» (Москва, 2012 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2012. – С. 38-40.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС «ФИЗИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ КВАЗИМОЛЕКУЛ»

Бобрикова А.А.¹, Беляев А.К.², Городецкий А.А.², Дадонова А.В.², Dalimier E.³,
Девдариани А.З.^{1,2}, Тимофеев Н.А.¹

¹Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный университет

²Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический
университет

³Paris, France, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI),
alladadonova@mail.ru

В последние годы на кафедре оптики Санкт-Петербургского университета, кафедре теоретической физики и астрономии Российского государственного педагогического университета и при участии университета Пьера и Марии Кюри (Париж VI) сложилась и успешно развивается подготовка специалистов (магистров и аспирантов) по теоретической спектроскопии квазимолекул. (Под квазимолекулой понимается короткоживущий кластер, который формируется в ходе столкновений с участием атомных частиц.) К настоящему времени выполнено более 30 дипломных, бакалаврских и магистерских работ, аспиранты и соискатели успешно защи-

тили 14 диссертаций на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (последние [1, 2]).

Основные научные результаты по спектроскопии квазимолекул вошли в курс лекций для магистров второго года обучения «Введение в теорию столкновений», который читался с 1976 г. до 2009 г. в С.-Петербургском университете, а с 2010 г. в РГПУ. Методическая особенность курса в том, что до его начала студенты снабжаются электронным конспектом лекций, что позволяет отойти от традиционной формы лекций и перейти от пассивного восприятия к активному обсуждению материала с использованием современных визуальных средств. В настоящее время подготовлен новый курс на английском языке «Физика и спектроскопия квазимолекул».

С целью дальнейшего совершенствования подготовки студентов и вовлечения их в активную и самостоятельную научную работу создан интерактивный сайт, который позволяет также проводить студенческие научные семинары в режиме реального времени вне зависимости от того, в каком конкретно университете обучается студент. Сайт quasimol.herzen.spb.ru включает пассивную информационную часть, которая содержит информацию о научных сотрудниках и преподавателях, которые вовлечены в процесс обучения, их краткие научные биографии и списки публикаций со ссылками на соответствующие российские и международные журналы. Также приведены ссылки и краткие аннотации основных монографий по физике столкновений и взаимодействию излучения с атомами и молекулами. Отдельный раздел посвящен научной работе прошлых и нынешних аспирантов и соискателей. Учебная часть сайта включает конспект курса лекций с анимациями и главный раздел – «Проекты».

Раздел «Проекты» состоит из двух блоков. В первом приведены две последовательности задач. Первая приводит студента к самостоятельной формулировке потенциала малого радиуса [3]. Решение задач из этих двух подборок является обязательным для слушателей курса. Второй блок включает подборку задач на применение потенциала малого радиуса. Второй блок содержит пополняемый ряд задач и полезных ссылок и указаний по начальному этапу решения. Задачи второго блока не имеют фиксированного ответа, и их решение должно завершаться написанием отчета в форме научной статьи. Предполагается, что студенты могут самостоятельно выбрать одну из таких задач и приступить к ее решению, постоянно консультируясь с лектором или ассистентом через сайт. Такой подход позволяет организовать равномерную работу студента в течение семестра и отказаться от экзамена в традиционной форме. Завершается курс научным семинаром, на котором студенты докладывают свою работу (по желанию отдельные студенты могут это делать на английском языке). Окончательная оценка работы основывается на том, как далеко удастся продвинуться в решении задачи, как она изложена в отчете и доложена на семинаре.

1. Алексеева О.С. Радиационные процессы при взаимодействии атомов с промежуточным типом связи угловых моментов. Автореферат на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, С.-Петербург, 2014.

2. Родионов Д.С. Неадиабатические переходы при медленных атомных столкновениях. Автореферат на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, С.-Петербург, 2014.

3. Демков Ю.Н., Островский В.Н. Метод потенциалов малого радиуса в атомной физике. Изво Ленинградского университета, 1975.

БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Боков П.Ю., Бушина Т.А., Лукашева Е.В., Чистякова Н.И.
Москва, Россия, МГУ им. М.В. Ломоносова
evlukasheva@physics.msu.ru

В течение ряда лет на кафедре общей физики разрабатывалась бально-рейтинговая система как совокупность методов оценивания учебных достижений студентов младших курсов, учитывающих многообразие форм работы в течение учебного семестра.

Главными целями введения такой системы являются:

– стимулирование систематической работы студента в течение всего учебного времени;

– упрощение для преподавателей принятия решения о выставлении зачетов.

Важными принципами бально-рейтинговой системы являются

– своевременность выполнения студентом всех учебных заданий;

– систематическое и объективное оценивание достижений студента преподавателем с использованием единых и неизменных требований и критериев;

– открытость и гласность результатов оценивания учебных достижений студентов.

Оценивание учебных достижений студентов с применением бально-рейтинговой системы осуществляется в 2 этапа: оценивание текущей успеваемости и оценивание итоговой успеваемости.

При оценивании текущей успеваемости во внимание принимаются посещение студентом лекций и семинарских занятий, своевременное выполнение домашних заданий, итоги написания контрольных работ и тестирований в ЦККО, итоги опросов и участия в работе семинаров, итоги участия в студенческих предметных олимпиадах.

При оценивании итоговой успеваемости во внимание принимаются сдаваемые студентом зачеты (в том числе результаты написания курсовой контрольной работы, комиссий по приему зачетов), сдаваемые студентом экзамены (в том числе, результаты переэкзаменовок).

Баллы, получаемые студентом в течение семестра, фактически, являются элементом оценивания его текущей успеваемости.

Учет текущей успеваемости студента осуществляется в течение четырех учебных периодов каждого учебного семестра. При этом для контроля текущей успеваемости используются результаты:

текущая работа на семинарских занятиях ($37,5 \cdot 4 = 150$ баллов за семестр);

написания тематических контрольных работ ($40 \cdot 4 = 160$ баллов за семестр);

тестирования в ЦККО ($30+60 = 90$ баллов за семестр);

посещения лекций, в том числе наличие конспектов ($6,25 \cdot 4 = 25$ баллов за семестр).

Баллы за текущую успеваемость проставляются по усмотрению преподавателя. Эти баллы могут включать следующие виды деятельности: выполнение домашних заданий, написание самостоятельных работ на семинарах, ответы на задания письменного или устного опроса, активное участие в работе семинара, в том числе посещение семинара, обсуждение, решение задач у доски. Например, выполнение домашних заданий ($20 \cdot 4 = 80$ баллов за семестр); написание самостоятельных работ

($10 \cdot 4 = 40$ баллов за семестр); активное участие в работе семинара ($7,5 \cdot 4 = 30$ баллов за семестр).

В случае пропуска студентом тематической контрольной работы или тестирования в ЦККО студенту проставляется за это мероприятие нулевой балл.

При грубом нарушении установленных преподавателем правил проведения тематической контрольной работы, тестирования в ЦККО, курсовой зачетной контрольной работы (пользование учебными материалами в любом формате, разговоры со студентами и т.п.) работа студента на указанном мероприятии оценивается в 0 баллов.

Студентам в конце семестра может быть предоставлена возможность с помощью дополнительного задания скомпенсировать часть (но не более половины) потерянных по уважительной причине в семестре рейтинговых баллов. Кроме того, преподаватель имеет право дать надбавку к общей сумме баллов – за творческий подход к решению задач, доклады на семинарах, участие в студенческой олимпиаде по физике и т. п. (не более 50 баллов).

В том случае, если в течение семестра студент набирает более 312 баллов, он освобождается от написания курсовой зачетной контрольной работы, получает зачет «автомат» и максимально возможное количество баллов за зачет – 75 баллов.

Студенты, набравшие меньше 312 баллов, пишут курсовую зачетную контрольную работу. Количество баллов за контрольную работу выставляется, исходя из расчета технических баллов, полученных на зачетной контрольной работе. Баллы проставляются только в том случае, когда контрольная работа считается зачетной. В противном случае студент получает 0 баллов за контрольную работу и направляется на вторую курсовую зачетную контрольную работу. Максимальное число баллов на каждой контрольной равно 75. Минимальное число баллов, которое студент может получить за курсовую контрольную работу равно $8 \cdot 5 = 40$ баллов.

Студенты, набравшие меньше 200 баллов после написания курсовой зачетной контрольной работы не получают зачет и направляются на комиссию. Максимальное число баллов за контрольную работу на комиссии, которое может получить студент, равно 45.

Преподаватели обязаны информировать студентов о рейтинговых баллах не реже четырех раз в семестр.

Отчеты о текущей успеваемости студентов (в рейтинговых баллах) проставляется преподавателем в соответствующие журналы (в бумажном или электронном виде) два раза в семестр. Преподаватели несут ответственность за своевременность и достоверность предоставляемой информации.

Информация о текущей успеваемости студентов в виде рейтинговых баллов выносится преподавателями на экзамен.

Отчеты об успеваемости студентов представляются преподавателями заведующему кафедрой в конце семестра.

Заведующий кафедрой общей физики осуществляет контроль работы преподавателей по своевременному проставлению баллов и подведению семестровых итогов.

Использование такой системы привело к усилению активности студентов как во время очных занятий, так в процессе самостоятельной работы. Анализ результатов показал повышение объективности оценки знаний студентов и эффективность использования рейтинговой системы при выставлении зачётов.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМУЛИРОВОК ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ИМПУЛЬСА В РАЗНЫХ УМК ДЛЯ СТАРШЕЙ ШКОЛЫ И МЕТОДИК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ И ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ В ВУЗ

Боков П.Ю., Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М.

Москва, Россия, МГУ имени М.В. Ломоносова

saletsky@rambler.ru

Фундаментальный характер законов сохранения импульса и энергии, вытекающих из свойств пространства и времени, требует аккуратности в их применении. В вузовских курсах теоретической физики эти законы, обычно формулируют только для модельных систем, т.е. для систем тел, на которые не действуют внешние силы. В некоторых УМК для средней школы такие системы называют изолированными, а в других – замкнутыми. К сожалению, даже в этом вопросе у авторов различных курсов до сих пор нет единого мнения.

С практической точки зрения ситуация существенно осложнена тем, что в большинстве предлагаемых школьникам задач, подразумевающих применение законов сохранения, на тела рассматриваемой системы действуют отличные от нуля внешние силы. Это обстоятельство требует от применяющих закон (авторов УМК, учителей, учеников) формулировать дополнительные условия для внешних сил, при которых импульс или механическая энергия системы сохраняются. Кроме того, в отличие от фундаментального закона сохранения энергии, в законе сохранения механической энергии (отметим, что большинство школьников не различают эти два закона) необходимо формулировать дополнительное условие на силы трения внутри системы, при котором сохраняется механическая энергия.

Эти два аспекта приводят к тому, что формулировки законов сохранения импульса и механической энергии в различных УМК весьма разнятся. Это, в свою очередь, приводит к ряду проблем. Так школьники, обучавшиеся по разным УМК, зачастую не понимают тонкостей формулировок заданий и особенностей применения вышеназванных законов при решении задач в вариантах ЕГЭ и вступительных испытаний. При этом их учителя, встречающиеся на различных семинарах, конференциях, съездах в процессе дискуссии также не могут прийти к консенсусу. Несомненно, сложившаяся ситуация требует всестороннего обсуждения с целью поиска путей выхода.

С точки зрения авторов доклада за основу следует взять тезисы, изложенные в известных статьях профессора физического факультета МГУ В.И. Николаева, с содержанием которых все заинтересованные могут ознакомиться [1-2]. По мнению авторов доклада, если в курсе механики используют понятия «изолированная» и «замкнутая» системы тел, то следует придерживаться определений, которые приняты на сегодняшний день большинством физиков:

систему тел называют **изолированной**, если на тела этой системы не действуют внешние силы;

систему тел называют **замкнутой**, если сумма всех внешних сил, действующих на тела этой системы, равна нулю.

Обратим внимание на два важных аспекта. Во-первых, согласно этим определениям «изолированная» система тел всегда является «замкнутой», а обратное во все не обязательно: не каждая «замкнутая» система будет «изолированной». Кроме того, во втором определении сознательно вместо понятия «сумма сил» не исполь-

зуется понятие «равнодействующая сила», которое очень любят некоторые учителя и авторы УМК. На наш взгляд, применение понятия «равнодействующая сила» к системе тел недопустимо.

Разделение понятий «изолированная» и «замкнутая» системы тел позволяет учащимся осознать различие условий, при которых сохраняются те или иные величины. В частности, следует понимать, что механическая энергия замкнутой системы при отсутствии сил трения может и не сохраняться. Например, энергия пружины, сжимаемой двумя равными по модулю и противоположными по направлению силами, не сохраняется.

К сожалению, использование понятий «изолированная» и «замкнутая» системы тел, зачастую оставляет у школьников за гранью понимания тот важный факт, что применяемые ими при решении задач законы сохранения являются следствиями (частными случаями) законов изменения соответствующих величин. К сожалению, в некоторых УМК законы сохранения представляются как результат обобщения набора экспериментальных фактов или же вводятся на основании рассмотренных частных случаев. Именно такой подход и приводит к наблюдаемому разнообразию формулировок законов сохранения с одной стороны и к непониманию их школьниками с другой. В финале, ученик не знает, в какой ситуации можно применять тот или иной закон сохранения.

Поясним сказанное на простом примере. В некоторых УМК закон сохранения механической энергии сформулирован для изолированной системы (т.е. системы, на тела которой не действуют внешние силы). Однако там же этот закон применяется для описания движения математического маятника, т.е. системы, на которую действует отличная от нуля внешняя сила – сила натяжения нити (которая не совершает работу). В результате получается правильный ответ при некорректном использовании закона. Опыт авторов доклада показывает, что предложение решить подобную задачу в другой системе отсчета, когда работа силы натяжения становится отличной от нуля, приводит школьников (да и большинство учителей) в тупиковую ситуацию. Это доказывает, что большинство учащихся использует законы сохранения без должного понимания, что подтверждается результатами ЕГЭ.

Авторы убеждены, что прежде чем формулировать законы сохранения, следует обсудить с учащимися причины изменения соответствующих физических величин, вывести выражения для расчета этих изменений, а затем предложить школьникам самостоятельно сформулировать условия, при которых сохраняются те или иные величины (т.е. сформулировать законы сохранения).

Другими словами, с нашей точки зрения, необходимо выстроить у учащихся логическую цепочку, финалом которой станет формулировка соответствующего закона сохранения. Такую цепочку можно выстроить в режиме общения учителя с аудиторией по системе «вопрос-ответ». В качестве примера приведем возможную последовательность таких вопросов, предложив всем заинтересованным ответить на некоторые из них самостоятельно.

В каких единицах измеряется механическая энергия системы тел? Изменение механической энергии? Физическая величина, совершающая это изменение? Что это за величина? Работа каких сил изменяет механическую энергию системы? Как сформулировать условие неизменности (сохранения) механической энергии?

Для каких величин (сил, или их работы) удобнее формулировать условие, при котором сохраняется механическая энергия?

В заключение отметим, что при таком подходе учащиеся не только осознают

границы применимости законов сохранения, но и понимают, что с точки зрения методики решения задачи, в которых механическая энергия или импульс сохраняются, практически неотличимы от задач, в которых указанные величины изменяются. По мнению авторов только такой подход позволит учащимся корректно, с пониманием применять законы сохранения при решении задач и обсуждении явлений [3-4].

1. Николаев В.И. «О законах сохранения в разделе «Механика»».// Физическое образование в вузах, Т. 13, 2, 2007, с. 3-13

2. Николаев В.И. О двух ударах в механике.// Физическое образование в вузах, Т. 15, 2, 2009, с. 10-18

3. Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. «Физика-10» Базовый уровень/профильный уровень. М.:ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», издание второе, дополненное и исправленное, 2014, 464 с.

4. Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. «Физика-11» Базовый уровень/профильный уровень. М.:ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», издание второе, дополненное и исправленное, 2014, 464 с.

РАБОЧИЕ ТЕТРАДИ ПО ФИЗИКЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ К ЕГЭ И УЧАСТИЮ В ОЛИМПИАДАХ (НА ПРИМЕРЕ УМК АВТ. А.В. ГРАЧЕВ, В.А. ПОГОЖЕВ И ДР.)

Боков П.Ю., Грачёв А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М.,

Лукашева Е.В., Чистякова Н.И.

Москва, Россия, МГУ имени М.В. Ломоносова

saletsky@rambler.ru

В настоящее время единый государственный экзамен является основной формой контроля уровня знаний выпускников общеобразовательной школы. При этом последняя, самая сложная часть этого экзамена, позволяющая проверить приобретенные школьниками навыки комплексного использования знаний и умений из различных разделов, по своему уровню приближается к заданиям профильных вступительных испытаний, олимпиад, проводимых ведущими университетами и техническими вузами России. Понятно, что решение задач именно этой части вызывает у школьников наибольшие трудности. Так, например, согласно статистическим данным, приведенным в докладе доцента В.А. Грибова на Всероссийском съезде учителей физики в июне 2011 года, в 2010 году 48% участников не набрали в этой части ни одного балла. В последующие годы эта ситуация существенно не изменилась.

По-мнению авторов подготовку к сдаче государственного экзамена следует начинать не в последней четверти 11-го, когда до экзамена осталось полтора месяца, а в первой четверти 10-го класса. Существенную помощь ученикам и учителю в подготовке могут оказать рабочие тетради, являющиеся обязательной частью современных УМК. В идеальном случае рабочие тетради должны представлять собой совокупность заданий, тематически ориентированных по темам уроков или по темам параграфов учебника. Рабочие тетради призваны преследовать одновременно несколько целей, как методических: экономия времени учителя, организация разноуровневого обучения в одном классе, реализация возможности выбора учеником индивидуальной образовательной траектории; так и дидактических: в физике это обработка теоретического материала на уровне знания определений, формулировок

законов, формул и выражений, а также умения решать задачи.

Здесь следует отметить, что даже продвинутые школьники воспринимают практику решения задач и изучение теоретических основ курса физики как две практически не пересекающиеся между собой формы деятельности. В результате, школьники не представляют, какие из известных им законов следует применять при решении той или иной задачи. Кроме того, не подкрепленные практическим применением (т.е. решением задач) основополагающие законы остаются недопонятыми во всей их глубине, хотя школьники зачастую формулируют их уверенно и практически без ошибок. Именно в этом отрыве теории от практики и спрятан корень многих проблем школьного физического образования. Существенно сократить имеющийся разрыв, по мнению авторов, может использование рабочих тетрадей параллельно с изучением всего школьного курса физики.

Авторский коллектив физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова предлагает учащимся, их родителям и учительской общественности комплект рабочих тетрадей для 10-11 классов, обозначенных заглавием: «Готовимся к ЕГЭ», подготовленных как составная часть УМК авторов А.В. Грачёв, В.А. Погожев и др. Физика-10, Физика-11. В данных тетрадях авторами предлагается широкий круг заданий, позволяющих учителю во время урока организовывать физические диктанты по теме каждого параграфа, отрабатывать теоретический материал (определения, формулировки законов, формулы), обучать решению физических задач разного уровня сложности (от простейших, до задач, предлагавшихся на заключительных этапах физических олимпиад высокого уровня).

Система заданий рабочих тетрадей позволяет отрабатывать умения решать задачи, аналогичные предлагаемым в вариантах единого государственного экзамена: с выбором ответа, с множественным ответом, задания на установление соответствия, а также, собственно задачи. Задачи в материалах рабочих тетрадей сгруппированы в три части: простые (не имеют специального обозначения), повышенного уровня трудности (отмечены звездочкой), трудные конкурсные или творческие задачи (отмечены знаком академической шапочки). В среднем в каждом параграфе рабочей тетради содержится 17-20 заданий, в их числе 2-3 задания на закрепление теоретического материала, 2-5 заданий с выбором ответа, 1-2 задания на установление соответствия, 5-10 простых задач, 3-5 задач повышенного уровня сложности, 1-2 творческие задачи.

Все задачи имеют ключ к решению в соответствующем параграфе учебника в виде пошагово изложенного алгоритма. В рабочих тетрадях для лучшего усвоения учащимися частично дублируется описанный в учебнике алгоритм.

Отдельное внимание авторы уделяют графическим элементам при решении задач. К числу таких элементов относятся поясняющие рисунки, графики в заданиях, графики, которые должны построить учащиеся в результате решения задачи. Задания на чтение и построение графиков предложены в таких темах школьного курса физики как: кинематика, динамика, газовые законы, влажность, тепловые машины, электростатика, постоянный ток, механические и электромагнитные колебания, механические и электромагнитные волны, фотоэффект, физика атомного ядра. Помимо реализации метапредметных связей с математикой, система графических заданий позволяет учащимся за счет дополнительной графической визуализации глубже «прочувствовать» суть того или иного физического явления или закона.

Таким образом, предлагаемые рабочие тетради, являясь неотъемлемой частью

УМК, на сегодняшний момент представляют собой один из лучших инструментариев, предложенных учителю, родителю, ученику для подготовки к успешной сдаче единого государственного экзамена, и к успешному участию в физических олимпиадах различного уровня.

1. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. «Физика-10» Базовый уровень/профильный уровень. М.:ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», издание второе, дополненное и исправленное, 2014, 464 с.

2. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. «Физика-11» Базовый уровень/профильный уровень. М.:ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», издание второе, дополненное и исправленное, 2014, 464 с.

3. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. Физика: 10 класс: углубленный уровень: рабочая тетрадь №1. ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», 2014, 160 с.

4. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. Физика: 10 класс: углубленный уровень: рабочая тетрадь №2. ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», 2014, 160 с.

5. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. Физика: 10 класс: углубленный уровень: рабочая тетрадь №3. ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», 2015, 144 с.

6. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. Физика: 10 класс: углубленный уровень: рабочая тетрадь №3. ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», 2015, 190 с.

7. Грачев А.В., Погожев В.А., и др. Физика: 11 класс: углубленный уровень: рабочие тетради №1-3. ИЦ «ВЕНТАНА-ГРАФ», в печати

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЫ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Волкова Е.С., Рудин А.В.

Пенза, Россия, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

katya010894@mail.ru

Композиционные материалы (КМ), представляют собой металлические и неметаллические матрицы (основы) с заданным распределением в них упрочнителей (волокон, дисперсных частиц и др.). К КМ также относятся сплавы с направленной кристаллизацией эвтектических структур. Комбинируя объемное содержание компонентов, можно, в зависимости от назначения, получать материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиции с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами [1].

Области применения КМ многочисленны - кроме авиационно-космической, ракетной и других специальных отраслей техники, они могут быть успешно применены в энергетическом турбостроении, в автомобильной промышленности, в машиностроении, в горнорудной промышленности и др.

Из всех свойств, которыми обладают твердые тела и КМ, наиболее характерными являются механические свойства – прочность, твердость, пластичность и износостойкость. Именно благодаря этим свойствам КМ получили столь широкое практическое применение в качестве конструкционных, строительных, электротехнических, магнитных и других материалов, без которых невозможно развитие машиностроительного производства. Влияние химического состава и режимов термической обработки твердых тел на комплекс механических свойств можно достоверно оценить только при помощи специальных приборов и методов измерений упругих параметров. Упругое поведение твердых тел характеризуется упругими параметрами [2]. Они являются определяющими при отборе КМ для конкретных

целей. Поэтому их изучение очень важно как в теоретическом аспекте, так и в практике современного машиностроения.

Цель экспериментальных исследований состояла в определении зависимости модуля нормальной упругости – модуля Юнга композиционных образцов, типа Cu-Al, от режимов термообработки. Композиционные образцы (А, В, С, D, F) выполнены в виде прямоугольных тонких пластин длиной ℓ , шириной a и толщиной h . Материал образцов представляет собой алюминиевую матрицу, армированную тонкими цилиндрическими медными стержнями. Листовые композиционные образцы предварительно подвергались холодной прокатке с последующей обработкой взрывной волной, которые проводились на базе ФГУП НПЦ ПО «Старт» им. М.В. Проценко. Параметры типичных образцов: длина – (100 – 300) мм, ширина – (5 – 30) мм, толщина – (0,15 – 1,5) мм, число медных стержней – (2 – 4), диаметр стержней – (0,2 – 0,8) мм. Режим термической обработки включает два этапа: первый этап – равномерный нагрев образца до температуры $T = (450 \div 470)^\circ\text{C}$ образования интерметаллической фазы CuAl, второй этап – термический отжиг образца при фиксированной температуре фазового перехода.

Принципиальная электрическая схема экспериментальной термической установки для обеспечения режимов термической обработки исследуемых композиционных образцов Cu-Al показана на рисунке 1.

Основными элементами термической установки является трансформатор тока 5, вторичная обмотка которого замыкается на исследуемый образец 1, закреплённый в токовых зажимах 2. Для уменьшения градиента температуры по длине образца между токовыми зажимами 2 и поверхностью образца вставляются тонкие резистивные пластинки (на рисунке не показаны). Контроль температуры осуществляется с помощью хромель-копелевой термопары 3, которая непосредственно закрепляется на поверхности исследуемого образца в центральной части. Свободные концы термопары подключаются к мультиметру 4, типа ДТ-838, который позволяет проводить измерения температуры в градусах Цельсия с точностью до $0,5^\circ\text{C}$.

Нагрев образца осуществляется замыканием кнопкой 9 цепи первичной обмотки трансформатора 5 к сети переменного тока напряжением 220В. Изменение величины напряжения и силы тока в образце осуществляется с помощью линейного автотрансформатора 7 (ЛАТР). Измерение длительности импульсов тока в образце осуществляется с помощью электрического секундомера 6, подключенного к первичной обмотке линейного автотрансформатора 7. Питание цепи осуществляется от сети переменного тока через плавкий предохранитель 8.

В настоящее время существует большое количество методов определения упругих параметров твердых тел. Экспериментальные методы определения модулей упругости можно разделить на две группы – статические и динамические [2].

Статические методы основаны на измерении напряжения и деформации. В настоящее время эти методы практически не применяются из-за невысокой точности.

Динамические методы дифференцируются на две основные группы: резонансные, в которых в образцах возбуждают продольные или поперечные собственные колебания, и импульсные, в которых упругая деформация возбуждается при прохождении через образец звуковой волны [3].

В лабораторной практике измерения упругих параметров твердых тел наиболее предпочтительными являются резонансные методы [3].

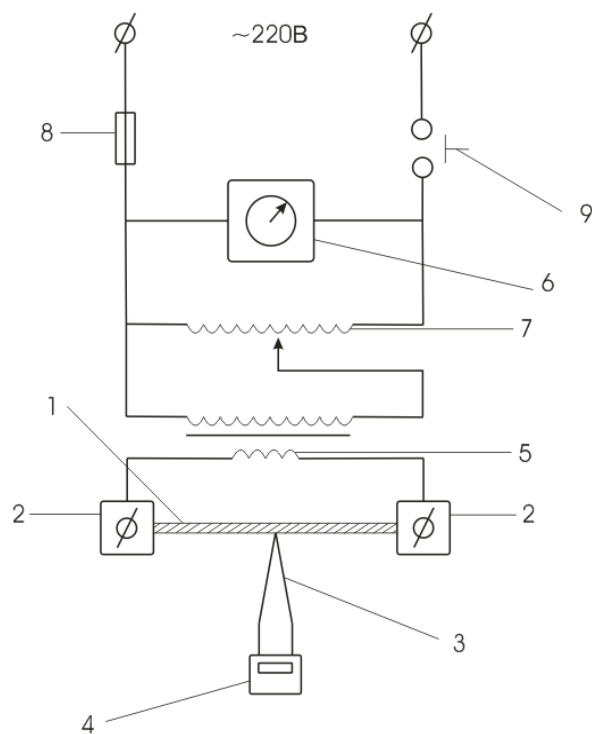


Рис. 1. Электрическая схема экспериментальной термической установки.

В данной работе используется измерительная установка, оригинальная методика которой, подробно описана в работе [4], для определения модуля Юнга тонких пластин и цилиндрических стержней методом измерения частоты собственных колебаний колебательной системы с присоединенной массой, образованной из исследуемого образца и дополнительного груза заданной массы. Периодические колебания, близкие к гармоническим, образуются в результате однократного отклонения свободного конца исследуемого образца от положения устойчивого равновесия. Дополнительный груз на свободном конце образца значительно снижает частоту собственных колебаний, повышает добротность колебательной системы и приближает колебания к гармоническим, что в конечном счете повышает точность измерений модуля Юнга исследуемых образцов. Величина модуля Юнга E на выше описанной установке определяется по формуле:

$$E = \frac{16 \cdot \pi^2}{3} \cdot 3 \cdot m_0 \cdot \ell_0^2 + \tau \cdot \ell^3 \cdot \frac{\ell \cdot f^2}{a \cdot h^3} \quad (1)$$

Полученная формула в точности совпадает с эмпирическим выражением для расчета модуля Юнга по методике А.В. Панова, описанной в работе [5].

Относительная погрешность измерения модуля нормальной упругости для типичного образца выше описанным методом, согласно расчетам не превышает 2,0 %.

Механические параметры и сравнение упругих модулей – модуля Юнга исследуемых композиционных образцов в зависимости от режимов термической обработки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение упругих модулей исследуемых образцов

№ образц.	$\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	τ , мин.	t , °C	$E \cdot 10^{-9}$, Па	$E_T \cdot 10^{-9}$, Па
A1	2,449	5	480	73,72	81,3
B1	2,790	3	490	91,33	94,65
C1	2,711	4	472	92,41	97,43
C2	2,522	3	439	77,06	82,8
D1	2,968	5	490	71,45	76,0
D2	2,787	2,5	417	64,7	67,42
F1	3,042	10	470	91,75	98,3

Как видно из приведенной таблицы 1 модуль Юнга всех исследованных композиционных образцов Cu-Al после термической обработки возрастает в среднем на 5 %.

Таким образом, выше описанный прибор в совокупности с термической установкой можно успешно использовать для анализа фазового состава композиционных материалов и контроля технологических процессов обработки деталей машин и конструкций.

1. Современные композиционные материалы, под ред. П. Крока и Л. Броутмана, пер. с англ., М., 1970.

2. Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров: Учеб. пособие. М.: Техносфера, 2007. – 520 с.

3. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. Учебное пособие / Под ред. В.А. Красильникова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 400 с.

4. Рудин А.В. Определение упругих параметров твердых тел методом возбуждения собственных колебаний. Сб. материалов X Международной научно - методической конференции «Университетское образование» МКУО – 2006 г., 13 – 14 апреля, г. Пенза, с. 496 - 498.

5. Кример Б.И., Панченко Е.В. Лабораторный практикум по металлографии и физическим свойствам металлов и сплавов // Под ред. проф. Б.Г. Лифшица. Изд. М.: «Металлургия», 1966. – 248 с.

ПРАКТИКУМ ПО ВОЛОКОННОЙ ОПТИКЕ И ФИЗИКЕ СВЕТОДИОДОВ

Воронин В.Г., Маркова С.Н., Наний О.Е., Туркин А.Н.

Москва, Россия, МГУ им. М.В. Ломоносова

snm2003@bk.ru

Отличительной чертой специальных практикумов кафедр является с одной стороны их узкоспециальная направленность, а с другой – изучение физических законов, применяемых в высокотехнологичных современных изделиях. С этой целью в лаборатории «Волоконно-оптической связи» кафедры оптики, спектроскопии и физики наносистем создан специальный практикум «Лазеры и волоконная оптика», позволяющий студентам приобрести навыки работы с оптическими волокнами, полупроводниковыми источниками излучения (светодиодами и лазерными диодами), а также изучить их основные свойства и характеристики, имеющие большое практическое значение.

Данный практикум является обязательным для студентов 4-го курса специализирующихся на кафедре оптики, спектроскопии и физики наносистем, а также рекомендуется студентам других кафедр, работа которых связана с изучением распространения оптических сигналов в различных средах, оптических источников излучения, фотоники и т.д.

В практикуме реализованы следующие задачи: «Исследование распространения световых импульсов в оптических волокнах», «Интегральные потери в элементах волоконно-оптических линий связи», «Оптический рефлектометр».

Изучение характера распространения световых импульсов в волокне является одной из центральных задач волоконной оптики. Практическая важность таких исследований связана с широким использованием оптического волокна в современных сетях связи. Для экспериментального изучения распространения световых импульсов создана задача «Исследование распространения световых импульсов в оптических волокнах». Теоретически и экспериментально (с помощью численного моделирования) рассмотрен процесс распространения оптических импульсов в волокне с учетом дисперсионных и нелинейных эффектов. Сравнение результатов численного моделирования с экспериментом позволяет оценить насколько правильно используемые физические модели описывают реальные физические процессы.

Первым шагом к оптимизации систем волоконно-оптической связи является изучение искажений одиночного светового импульса при распространении в оптическом волокне. В современных линиях связи используются, в основном, одномодовые волокна, поэтому данная работа посвящена изучению искажений одиночных импульсов при распространении в стандартном одномодовом волокне. Распространение импульсов длительностью $T_0 \geq 1$ пс в кварцевых волокнах определяется, в первую очередь, двумя эффектами: дисперсией групповой скорости (ДГС) и фазовой самомодуляцией (ФСМ). Попытка теоретического описания совокупного действия указанных эффектов приводит к нелинейному уравнению Шредингера, которое не имеет общего решения. Таким образом, для решения задачи распространения излучения в среде с дисперсией и нелинейностью используются приближенные численные методы решения. Задача содержит четыре упражнения, в которых, соответственно, изучается влияние дисперсии на длительность импульса и ширину спектра импульса, влияние нелинейности на длительность импульса и ширину его спектра, совместное действие дисперсии и нелинейности, влияние частотной моду-

ляции исходного сигнала на дисперсионное уширение импульса.

Целью задачи «Интегральные потери в элементах волоконно-оптических линий связи» является ознакомление с механизмом и основными источниками потерь в волоконно-оптических линиях связи, изучение способов измерения этих потерь и приобретение навыков практической работы с элементами волоконно-оптических линий связи. В задаче изучаются устройство и принцип работы волоконных световодов. Волоконный световод в простейшем варианте представляет собой длинную гибкую нить, сердцевина которой из высокопрозрачного диэлектрика с показателем преломления n_c окружена оболочкой с показателем преломления $n_o < n_c$.

Потери в линии связи являются одной из важнейших характеристик, определяющих ее работоспособность. Они являются одним из факторов, ограничивающих дальность передачи информации без использования ретрансляторов. Потери в волоконных световодах состоят из потерь на межзонное и примесное поглощение, потерь на рассеяние на неоднородностях волокна, потерь на изгибах волокна. Среди перечисленных основными можно назвать потери в соединениях. Их основными источниками являются следующие факторы: рассогласование апертур, несовпадение размеров и форм сердцевины волокон, боковое смещение сердцевины волокон, зазор между сколами волокон, угловое рассогласование ориентации осей соединяемых волоконных световодов, дефекты поверхностей скола волокон. В задаче реализованы следующие упражнения: измерение параметров входного сигнала, определение коэффициента ввода излучения в волокно, определение удельных потерь в оптическом волокне, определение удельных потерь на сварном соединении, оценка потерь за счет изгибов волокна, изучение спекл-структуры, измерение выходной апертуры волокна.

В задаче «Оптический рефлектометр» изучается принцип работы импульсного оптического рефлектометра. Рефлектометры различных типов широко используются практически на всех этапах создания волоконно-оптических систем связи: от производства волокна и оптического кабеля до строительства волоконно-оптических линий связи и их эксплуатации. Оптический рефлектометр предоставляет возможность быстрой и удобной диагностики состояния волокон, кабелей и волоконно-оптических линий связи в целом. В частности, рефлектометр позволяет определять распределение потерь вдоль ВОЛС, выявлять дефектные участки или элементы линии связи, определять точное расположение обрывов или дефектных участков ВОЛС, оценивать полные потери в волоконно-оптической линии связи при приемке линии и периодическом тестировании, измерять средние потери оптического волокна на катушках, равномерность распределения потерь в волокне и выявлять наличие локальных дефектов при производстве волокна, измерять потери в механических и в сварных соединениях, измерять коэффициент отражения и коэффициент помех для встречного направления, обнаруживать постепенное или внезапное ухудшение качества волокна путем сравнения его характеристики с результатами более ранних измерений.

Рефлектометр стал одним из самых распространенных приборов для диагностики ВОЛС, поскольку предоставляет возможность оперативной неразрушающей диагностики инсталлированной линии связи с использованием доступа только к одному концу волокна. При этом рефлектограмма линии связи является обязательным элементом документации на ВОЛС при ее сдаче в эксплуатацию. Задача содержит следующие упражнения: определение длины катушки, изучение зависимости динамического диапазона от длительности импульса, изучение зависимости

динамического диапазона от числа измерений, изучение зависимости мертвой зоны от длительности импульса, измерение полных потерь и затухания катушки волокна.

Также в рамках работы по модернизации специального практикума разрабатывается новая задача «Спектральные характеристики полупроводниковых источников излучения». Данная задача предполагается для студентов 4-го и 5-го курса специализирующихся на кафедре оптики, спектроскопии и физики наносистем, а также для студентов других кафедр, работа которых связана с полупроводниковыми источниками излучения. Целью задачи является исследование спектральных характеристик полупроводниковых источников излучения – светодиодов и лазеров, а также изучению их вольтамперных характеристик и зависимости интенсивности электролюминесценции от тока. Основными упражнениями будут: исследование спектральных характеристик полупроводниковых лазеров в инфракрасном и видимом диапазоне, измерение зависимости излучения полупроводникового лазера от тока накачки, исследование спектров излучения светодиодов видимого и инфракрасного свечения, зависимости мощности и внешнего квантового выхода излучения от тока и напряжения, исследование спектров излучения светодиодов белого свечения на основе полупроводниковых GaN-кристаллов и люминофора, их эффективности и цветовых характеристик. Предполагается, что результаты будут анализироваться на основе теорий излучательной рекомбинации в полупроводниковых гетероструктурах, теории люминофоров, принципов фотометрии.

Все перечисленные задачи, представленные в специальном практикуме кафедры оптики, спектроскопии и физики наносистем, предназначены для трех спецкурсов: «Оптические методы в информатике», «Физика лазеров», «Основы волоконной и интегральной оптики». Основной его целью является практическое знакомство с направлениями современной физики, отраженными в указанных спецкурсах кафедры.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ЮНГА ТВЕРДЫХ ТЕЛ КОМПЕНСАЦИОННЫМ ИМПУЛЬСНО-ФАЗОВЫМ МЕТОДОМ ВАРИАЦИИ ЧАСТОТЫ

Ганиев Р.Р., Рудин А.В.

Пенза, РФ, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

gfajat93@mail.ru

Из всех свойств, которыми обладают твердые тела, наиболее характерными являются механические свойства – прочность, твердость, пластичность, износостойкость и др. Именно благодаря этим свойствам твердые тела получили столь широкое практическое применение в качестве конструкционных, строительных, электротехнических, магнитных и других материалов, без которых невозможно развитие машиностроительного производства. Влияние химического состава твердых тел на комплекс механических свойств можно достоверно оценить только при помощи специальных приборов и методов измерений упругих параметров. Упругое поведение твердых тел характеризуют упругие параметры. Они являются определяющими при отборе материала для конкретных целей. Поэтому их изучение очень важно как в теоретическом аспекте, так и в современном машиностроении.

В настоящее время существует большое количество методов определения упругих параметров твердых тел. Экспериментальные методы определения модулей

упругости можно разделить на две группы – статические и динамические [1].

Статические методы основаны на измерении напряжения и деформации. В настоящее время эти методы практически не применяются из-за невысокой точности.

Динамические методы дифференцируются на две основные группы: резонансные, в которых в образцах возбуждают продольные или поперечные собственные колебания, и импульсные, в которых упругая деформация возбуждается при прохождении через образец ультразвуковой волны.

Недостатки резонансных методов обусловлены возбуждением в исследуемом образце нескольких резонансных гармоник, которые ошибочно принимаются за собственные частоты колебаний образца, а также резонансными свойствами источника колебаний, которые сложно учесть во время измерений. Резонансные методы на изгибных колебаниях также имеют ряд недостатков, обусловленных негармоническим характером вынужденных колебаний исследуемого образца на высоких частотах, резонансными гармониками вибратора, а также чисто визуальным методом регистрации условия резонанса образца, который определяется амплитудным методом, погрешность которого составляет 10%.

Поэтому, в лабораторной практике наиболее предпочтительным являются ультразвуковые импульсные методы [2].

В данной работе описываются оригинальная методика и конструктивные особенности измерительной установки для измерения скорости распространения ультразвуковых волн цилиндрических стержней компенсационным импульсно-фазовым методом вариации частоты при фиксированной акустической базе, которая связана с модулем нормальной упругости - модулем Юнга известным выражением:

$$v = \sqrt{E / \rho} \quad (1)$$

Данный метод основан на принципе импульсного интерферометра с электрической интерференцией двух когерентных волн - акустического радиоимпульса и опорного синусоидального напряжения [3]. Условие когерентности частоты заполнения акустического радиоимпульса и опорного синусоидального напряжения обеспечивается тем, что зондирующий радиоимпульс и опорное напряжение формируются на выходе одного и того же высокочастотного генератора, что делает возможным фазовую компенсацию интерферирующих сигналов. Полная фазовая компенсация акустического радиоимпульса и опорного синусоидального напряжения достигается при условии равенства их амплитуд и сдвига по фазе на 180° . Перестраивая несущую частоту ВЧ-генератора и изменяя амплитуду акустического радиоимпульса, устанавливается новое условие фазовой компенсации акустического и опорного сигналов. Измерение скорости ультразвуковых волн в исследуемом образце сводится при этом к измерению изменения несущей частоты задающего генератора f , которое измеряется электронным частотомером с высокой точностью.

Результирующее время распространения акустического импульса в звукопроводах и исследуемом образце выразится суммой

$$\tau_R = \tau_3 + \tau_{обп} \quad (2)$$

где: $\tau_3 = \tau_{31} + \tau_{32}$ - суммарное время задержки в первом и во втором звукопроводе, $\tau_o = \ell / v$ - время задержки в исследуемом образце, ℓ - длина исследуемого образца, v - скорость распространения ультразвука в исследуемом образце.

Время распространения импульса связано с частотой ультразвуковых волн

выражением:

$$\tau_R = n / f, \quad \text{или} \quad \tau_R = (n+k) / f_k, \quad \text{где} \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

где f и f_k - несущие частоты ВЧ-генератора, соответствующие минимумам суммарного сигнала при различающихся на величину k значениях n и $n+k$, n - число полных периодов ультразвуковой волны $T = 1 / f$.

Решая уравнения (3) относительно числа полных периодов n , получим:

$$n = f \cdot \tau_3 + \ell / v, \quad n+k = f_k \cdot \tau_3 + \ell / v. \quad (4)$$

Почленно вычитая левые и правые части уравнений (4) и решая полученное выражение относительно скорости ультразвука в исследуемом образце, получим:

$$v = \ell k / (f_k - f) - \tau_3^{-1}. \quad (5)$$

Величина времени задержки ультразвукового импульса в звукопроводах определяется аналогично из выражений (4), при условии $\ell = 0$:

$$\tau_3 = k_o / (f_{ok} - f_o) = const. \quad (6)$$

Предлагаемый метод наиболее оптимален для реализации, поскольку он не требует дорогостоящего оборудования, прост в осуществлении и позволяет оперативно и с высокой точностью определить скорость распространения ультразвука в исследуемом образце и рассчитать значение модуля нормальной упругости.

Функциональная блок-схема ультразвукового импульсного интерферометра, реализующий метод импульсно-фазовой компенсации при вариации частоты ВЧ-генератора показан на рисунке 1.

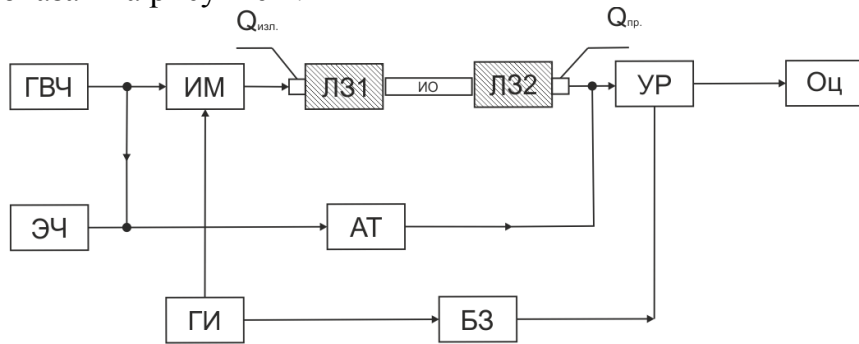


Рис. 1. Блок-схема ультразвукового интерферометра

Принцип работы импульсного интерферометра следующий. С выхода ВЧ-генератора ГВЧ (см. рис.1) непрерывное синусоидальное напряжение частотой $f = (3 \div 9) \text{ МГц}$, соответствующей одной из нечетных гармоник пьезоэлектрического излучателя θ_{II} и приемника θ_{II} ультразвуковых волн, подается на вход модулятора радиоимпульсов ИМ. На управляющий вход модулятора с выхода генератора прямоугольных импульсов ГИ подаются прямоугольные строб-импульсы длительностью $\tau_{II} = (10 \div 20) \text{ мкс}$ и частотой следования $f_{сл} = (0,5 \div 1,0) \text{ кГц}$. Модулятор импульсов ИМ обеспечивает усиление и импульсную модуляцию непрерывных синусоидальных электрических колебаний. На выходе модулятора из непрерывных синусоидальных колебаний выделяется короткий зондирующий радиоимпульс - цуг волн длительностью τ_{II} , который через ВЧ-кабель подается на пьезоэлектрический излучатель θ_{II} , закрепленный на торце звукопровода ЛЗ-1. Пьезоизлучатель θ_{II} за счет электрострикционного эффекта преобразует электрические колебания в продольные механические колебания той же частоты, которые в виде пакета ультразвуковых волн распространяются в звукопроводе, свободный торец которого

контактирует с плоским торцом исследуемого образца ИО. Продольные колебания, распространяясь в исследуемом образце, образуют "бегущие" ультразвуковые волны. Длина звукопровода ЛЗ-1 ($\ell_{ЗВ}$) выбрана таковой, чтобы выполнялось условие:

$$\ell_{ЗВ} \geq (v_{ЗВ} \cdot \tau_{имп}) / 2, \quad (7)$$

где $v_{ЗВ}$ - скорость распространения ультразвуковых волн в звукопроводе; $\tau_{имп}$ - максимальная величина длительности акустического импульса. Выполнение этого условия необходимо для предотвращения наложения заднего и переднего фронтов монотонно убывающих акустических эхо-импульсов, возникающих в результате многократных отражений проходящего акустического импульса от противоположных торцов звукопровода. Пройдя через исследуемый образец, а затем через звукопровод ЛЗ-2 ультразвуковые волны преобразуются приемным пьезопреобразователем θ_{II} , который за счет пьезоэлектрического эффекта преобразует механические колебания в электрические, которые через коаксиальный ВЧ-кабель поступают на вход резонансного ВЧ-усилителя УР. Усилитель УР дополнительно снабжен управляющим входом и схемой импульсно-временного стробирования, обеспечивающей работу усилителя в режиме временного селектора. Стробирующий прямоугольный импульс подается с выхода блока импульсной задержки БЗ. Непрерывное синусоидальное ВЧ-напряжение с генератора ГВЧ через аттенюатор АТ подается на вход усилителя УР, в котором обеспечивается сложение когерентных колебаний. Режим фазо-импульсной компенсации акустического импульса и непрерывного синусоидального напряжения визуально наблюдается на экране электронного осциллографа Оц, который подключен к выходу ВЧ-усилителя УР.

Относительная погрешность измерения модуля нормальной упругости исследуемого образца рассчитывалась по известной методике:

$$\varepsilon_E = \frac{\Delta E}{E} = \sqrt{\left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right)^2 + \left(2 \frac{\Delta v}{v}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right)^2 + 2\left(\frac{\Delta \ell}{\ell}\right)^2 + 2\left(\frac{2\Delta f}{f_k - f}\right)^2}. \quad (8)$$

После подстановки численных значений параметров в выражение (8) окончательно получим: $\varepsilon_E = 0,018$, или в процентах $\varepsilon_E = 1,8\%$.

Таким образом, относительная погрешность измерения модуля нормальной упругости для типичного образца выше описанным методом не превышает 2,0 %.

1. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С. Физические свойства металлов и сплавов. Изд. М.: «Металлургия», 1980, с 288 – 303.

2. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. Учебное пособие / Под ред. В.А. Красильникова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 400 с.

3. А.с. № 1704061, МКИ G 01 H 5/00 (от 8.09.1991 г.). Устройство для автоматической регистрации ультразвуковых параметров жидких сред // А.А. Бердыев, А.В. Рудин, А.Ю. Ушаков, В.М. Троицкий, (СССР). - 8 с.: ил. 1.

**РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В РАМКАХ
КУРСА «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИКЕ
КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА»**

Горяев М.А., Попова И.О.

Санкт-Петербург, Россия,

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

timof-ira@yandex.ru

Модернизация высшей школы призвана обеспечить современное качество образования на основе сохранения его фундаментальности. Интегральным показателем достижения нового качества результата, отвечающего требованиям, предъявляемым к современному учителю, выступает профессиональная компетентность выпускника университета. Сложность формирования профессиональной компетентности учителя состоит в том, что это процесс многоуровневый, так как профессиональные знания должны формироваться одновременно на четырех уровнях: методологическом, теоретическом, методическом и технологическом [1]. Первые два уровня отражают теоретическую готовность учителя к профессиональной деятельности, а вторые – его практическую подготовленность к самообразованию, самоопределению, к восприятию и реализации инновационных идей, новой информации, умением владеть новой техникой и технологией. Переход на новую модель образования исключает пассивную роль участников образовательного процесса, так как только активная позиция в получении знаний позволит сформировать у обучающихся необходимые навыки и умения, чтобы стать успешными в профессиональной сфере деятельности.

Соответственно, одной из актуальных задач подготовки является развитие культуры физического эксперимента студентов-бакалавров. Необходимо вовлекать обучающихся в процесс решения экспериментальной задачи на всех стадиях от постановки эксперимента до окончательной обработки и интерпретации полученных результатов. Освоение современных физических методов исследования позволит выпускнику выполнять свои профессиональные обязанности на высоком уровне.

Для решения этой задачи студентам IV курса факультета физики РГПУ им. А.И. Герцена предлагается курс «Методы исследования в физике конденсированного состояния вещества». Целью данной дисциплины является формирование представлений о различных методах исследования в общей методологии построения физической картины мира; приобретение расширенных знаний о принципах функционирования современной компьютеризированной аппаратуры для физических исследований, навыков обработки больших информационных массивов данных физического эксперимента; формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

После изучения данной дисциплины студенты должны знать сущность различных методов исследования физики конденсированного состояния вещества, принципы корреляционного анализа и методы аппроксимации экспериментальных кривых, методы выбора пакетов компьютерных программ для обработки экспериментальных данных различных типов; демонстрировать умение оценивать возможности имеющихся в их распоряжении аппаратного парка для достижения конкретной цели экспериментального исследования, максимизировать количество получаемой информации путем применения комплексных методов исследования; владеть твердыми навыками работы на современной научно-исследовательской аппа-

ратуре, методами самостоятельного анализа мировой научной литературы, компьютерными методами обработки экспериментальных результатов, навыками организации работы в коллективе для решения профессиональных задач.

В рамках данного курса предлагается решение экспериментальных задач, проведение лекций, мастер-классов. Сначала студенты в цикле обзорных лекций знакомятся с основными положениями физики твердого тела и физики полупроводников, современными методами исследования структуры кристаллов, оптических, электрофизических и фотоэлектрических свойств твердых тел.

Учебно-исследовательские проекты реализуются при решении экспериментальных задач, в которых моделируются все этапы научного исследования. При этом обучение строится таким образом, чтобы студент не только проводил эксперимент, руководствуясь готовым описанием предлагаемой работы, но и активно участвовал в выборе путей и способов решения поставленной экспериментальной задачи на всех стадиях от постановки эксперимента до окончательной обработки и интерпретации полученных результатов [2-4].

Нужно подчеркнуть, что в рамках данного курса обучающимся предлагаются такие тематики работ, которые востребованы при проведении современных научных исследований и технических разработок. Например, исследование спектров и квантового выхода люминесценции [5-8], внутреннего фотоэффекта в широкозонных полупроводниках [4], показателя преломления твердых тел в мелкодисперсном состоянии [2, 3].

Экспериментальные исследования предваряются обсуждением необходимых аспектов теории по предложенной теме и вопросов практического использования рассматриваемых явлений. Затем на базе выбранной модели разрабатывается подробная программа эксперимента, включающая последовательность всех этапов проведения работы от приготовления необходимых материалов и образцов для исследования до обработки результатов эксперимента. При этом студентами должны быть предложены четкие схемы экспериментальных установок и выбрано оборудование, которое для них потребуется. Такая организация учебного процесса существенно повышает мотивацию студентов, что так же немаловажно при организации учебного процесса.

Практически во всех учебно-исследовательских проектах предусматривается самостоятельное изготовление студентами образцов для проведения эксперимента, что позволяет дополнительно приобрести полезные навыки физико-химического практикума.

Необходимо отметить, что все экспериментальные задания могут быть решены с использованием стандартного оборудования для проведения оптических, электрофизических, спектральных исследований и фотометрических измерений, что позволяет студентам закрепить навыки работы с современной измерительной базой.

После проведения необходимых измерений на завершающем этапе исследования производится обработка экспериментальных результатов, которую целесообразно выполнять с применением современных компьютерных методов обработки либо с использованием стандартных программ систем MathCAD, MathLAB, либо путем составления простейших программ в оболочке Pascal [9]. В заключение обсуждаются полученные результаты и дается их интерпретация в рамках современных представлений в данной области физики.

Таким образом, в результате проведения таких комплексных работ в рамках

дисциплины «Методы исследования в физике конденсированного состояния вещества» студенты приобретают навыки электрофизических, спектральных и фотометрических измерений, у них формируются устойчивые представления о методике и технике физического эксперимента, развивается физическая культура, необходимая в дальнейшей профессиональной деятельности, формируется профессиональная компетенция.

1. Савельева С.С. Педагогические условия формирования профессиональной компетентности учителя в образовательном процессе вуза. Воскресенск, 2012, 248 с.
2. Горяев М.А., Смирнов А.П. Физическое образование в вузах. 2014, т. 20, № 2, с. 164.
3. Горяев М.А. Матер. XI межд. конф. «ФССО-11», Волгоград: изд. ВГСПУ, 2011, т.1, с.46.
4. Горяев М.А. Матер. XII межд. конф. «ФССО-13», Петрозаводск: изд. ПетрГУ, 2013, т.1, с.54.
5. Горяев М.А. Письма в ЖТФ, 1980, т.6, № 11, с.1132.
6. Горяев М.А. Оптика и спектроскопия, 1981, т.51, № 6, с.1016.
7. Горяев М.А. Журнал прикладной спектроскопии, 1982, т.36, в.2, с.245.
8. Горяев М.А. Журнал прикладной спектроскопии, 1985, т.42, в.1, с.136.
9. Горяев М.А. Решение физич. задач на компьютере. СПб.: изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008, 64 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА: СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Горяев М.А., Попова И.О., Смирнов А.П.
Санкт-Петербург, Россия,

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
mgoryaev@mail.ru

Развитие культуры физического эксперимента является одной из основных задач профессионального физического образования. При этом важно, чтобы студент активно участвовал в выборе путей и способов решения поставленной экспериментальной задачи на всех стадиях от постановки эксперимента до окончательной обработки и интерпретации полученных результатов [1-3]. В настоящей работе рассмотрена возможность обучения технологии физического эксперимента при проведении комплекса работ по исследованию спектров и квантового выхода люминесценции.

Экспериментальное исследование следует предварить ознакомлением с основными положениями теории люминесценции веществ в различных агрегатных состояниях, а также с разнообразными проявлениями люминесцирующих объектов в окружающем мире и практическими применениями люминесценции в науке и технике, что необходимо для осознанного проведения эксперимента и существенно повышает мотивацию студентов. Далее ставится ряд конкретных экспериментальных задач по спектрально-люминесцентному исследованию и определению основных параметров люминесценции (истинные спектры, квантовый выход) порошкообразных объектов и студентам предлагается разработать подробную программу эксперимента, включающая последовательность всех этапов проведения работы от выбора методики и экспериментального оборудования до обработки результатов эксперимента.

В качестве объектов исследования предлагается взять красители, адсорбированные на поверхности высокодисперсных порошков окиси магния. Такие систе-

мы, с одной стороны, обладают интенсивным свечением и легко можно объекты, люминесцирующие в любой области спектра, а, с другой, являются достаточно сложными в методическом плане и позволяют освоить ряд важных экспериментальных приемов. Приготовление образцов для изучения люминесценции проводится путем адсорбции из раствора красителей на поверхность высокодисперсного порошка по хорошо отработанной методике [4, 5]. При этом студенты дополнительно приобретают полезные навыки физико-химического практикума.

Для изучения люминесценции после обсуждения методики исследования должны быть предложены четкие схемы экспериментальных установок и выбраны измерительные и спектральные приборы, параметры которых студент определяет в зависимости от поставленной экспериментальной задачи. Для измерения спектров люминесценции используется установка, созданная на базе монохроматора с ртутной лампой для возбуждения и фотоумножителем для регистрации люминесценции. При этом предварительно должна быть проведена калибровка спектральной чувствительности установки с помощью ленточной лампы накаливания, которая считается абсолютно черным телом.

Адсорбированные красители имеют, как правило, сильно перекрывающиеся спектры поглощения и люминесценции [5], что приводит к искажению спектров люминесценции в результате реабсорбции. Для устранения влияния перепоглощения и получения истинных спектров предлагается использовать метод разбавления исследуемых образцов порошком белого стандарта [6]. По мере разбавления окрашенного образца стандартной окисью магния спектры люминесценции смещаются с коротковолновую область, что свидетельствует об уменьшении реабсорбции в слое. Этот же метод дает возможность измерять квантовый выход люминесценции.

Определение абсолютного квантового выхода люминесценции исследуемых образцов проводится на установке, созданной на базе монохроматора и приставки диффузного отражения [7]. Свет возбуждения от лампы накаливания проходит через монохроматор и попадает на эталон (MgO) или образец, помещенный в приставку, которая концентрирует рассеянный свет на фотокатод фотоумножителя. Эталонный порошок и исследуемый образец прессуются в виде таблеток одинаковой геометрии толщиной, позволяющей считать их бесконечно толстым слоем [8]. Стеклопленочные светофильтры, стоящие перед фотокатодом, поочередно пропускают либо возбуждающий свет, либо свет люминесценции, которые регистрируются с помощью фотоумножителя. Квантовый выход люминесценции определяется по формуле [6]:

$$q = \frac{U_{lum} \tau_{ex} S_{ex} \int I_{\lambda} d\lambda}{U_0 - U_s \int \tau_{\lambda} S_{\lambda} I_{\lambda} d\lambda}, \quad (1)$$

где U_0 и U_s – сигналы на ФЭУ в области возбуждения соответственно от эталона и образца; U_{lum} – сигнал на ФЭУ в области люминесценции образца, τ_{ex} и S_{ex} – пропускание светофильтра и спектральная чувствительность ФЭУ на длине волны возбуждения, S_{λ} и τ_{λ} – пропускания светофильтра и спектральной чувствительности ФЭУ в области люминесценции; I_{λ} – интенсивность люминесценции. Здесь также следует предварительно провести калибровку спектральной чувствительности ФЭУ.

Измеряемый технический выход неразбавленных образцов существенно меньше значения истинного квантового выхода люминесценции [5-8]. Этот факт

может быть обусловлен тем, что рассеяние образца и эталона в области возбуждения люминесценции различно, и поэтому в формуле (1) учитываются не только потери на поглощение света в образце, но и на дополнительное светорассеяние. Важную роль, в частности играет неодинаковость углового распределения света, рассеянного образцом и эталоном, а использованная установка не позволяет собрать весь рассеянный свет и свет люминесценции в силу неидеальности интегрирующего элемента приставки диффузного отражения. По мере разбавления стандартной окисью магния параметры светорассеяния образца и эталона начинают выравниваться, технический выход растет и выходит на насыщение, которое соответствует истинному значению квантового выхода [5, 6].

После проведения необходимых измерений на завершающем этапе исследования производится обработка и анализ экспериментальных результатов. При корректировке на спектральную чувствительность, вычислении квантового выхода и оценке погрешности измеряемых величин целесообразно применять современные компьютерные методы обработки либо с использованием стандартных программ систем MathCAD, MathLAB, либо путем составления простейших программ в оболочке Pascal [9].

В качестве объектов исследования можно использовать материалы с различными центрами свечения, которые легко перевести в мелкодисперсное состояние. Очень удобны кристаллические люминофоры, но применение органических люмогенов ограничено тем, что молекулы вещества активно адсорбируются на поверхности порошка белого стандарта [10].

В результате проведения такой комплексной работы по спектрально-люминесцентному исследованию порошкообразных объектов студенты приобретают необходимые навыки спектральных и фотометрических измерений и они получают достаточно полные представления о методологии и технике физического эксперимента.

1. Горяев М.А. Матер. XI межд. конф. «ФССО-11», Волгоград, изд. ВГСПУ, 2011, т.1, с.46.
2. Горяев М.А. Матер. XII межд. конф. «ФССО-13», Петрозаводск, изд. ПетрГУ, 2013, т.1, с.54.
3. Горяев М.А., Смирнов А.П. [Физическое образование в вузах](#), 2014, т. 20. № 2, с. 164.
4. Акимов И.А., Горяев М.А. Журнал физической химии, 1984, т.58, № 5, с.1104.
5. Горяев М.А. Оптика и спектроскопия, 1981, т.51, № 6, с.1016.
6. Горяев М.А. Письма в ЖТФ, 1980, т.6, № 11, с.1132.
7. Горяев М.А. Журнал прикладной спектроскопии, 1982, т.36, в.2, с.245.
8. Иванов А.П., Предко К.Г. Оптика люминесцирующего экрана. Минск: Наука и техн. 1984. 271 с.
9. Горяев М.А. Решение физич. задач на компьютере. СПб.: изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008, 64 с.
10. Горяев М.А. Журнал прикладной спектроскопии, 1985, т.42, в.1, с.136.

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ И ФОКОВСКИЙ ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЯ

Гриб А.А.

Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А.И. Герцена

Преподавание элементов квантовой физики в школе а, зачастую и в курсе общей физики в ВУЗЕ ведется на основе рассуждений из классической физики. Все это напоминает ситуацию с открытием Америки, которую ее первооткрыватель считал Индией и только по мере дальнейшего исследования было понято, что открыт новый материк - Новый Свет - Америка.

Конечно первооткрыватели квантовой физики Бор, Де Бройль, Шредингер не могли рассуждать иначе, чем на основе классических аналогий, что отразилось в так называемой старой квантовой теории Бора, гейзенберговском микроскопе, волне-пилоте де Бройля и т.п. Но теперь, когда математический аппарат квантовой теории более или менее создан и апробирован в многочисленных применениях от физики элементарных частиц до сверхпроводимости, эти классические «костыли» должны быть отброшены [1] и словесная интерпретация некоторых контринтуитивных свойств квантовой физики должна соответствовать используемой математике.

Особую роль в квантовой физике играют так называемые отрицательные эксперименты.

1. Отрицательный эксперимент Реннингера [2, 3].

Имеются две концентрических сферы, одна внутри другой, первая сфера имеет дыру, через которую может «пролететь» электрон. В центре сфер находится источник бета-электронов с определенным импульсом. Внутренние поверхности сфер покрыты сцинтилляционным материалом, так что при попадании электрона возникает вспышка. Известно, что электрон вылетел и на внутренней сфере вспышка «не» наблюдается. Значит, скажет наблюдатель, электрон попал в дыру. Потом на наружной сфере наблюдается вспышка. Не «наблюдение» электрона на внутренней сфере локализует его в щели и согласно соотношениям Гейзенберга меняет его импульс, который уже не будет совпадать с импульсом исходного бета электрона. Это изменение импульса не есть результат, какого бы то ни было «силового» взаимодействия как это было бы согласно классической физике.

2. Эксперимент Элитзура-Вайдмана [4].

В метро имеются два тоннеля, выходящие из одной станции и приходящие в одну общую станцию. Длина тоннелей такова, что если из исходной станции летит фотон, то в силу деструктивной интерференции фотон на конечной станции не наблюдается. Предположим теперь, что полиции сообщили, что на промежуточной станции в одном из тоннелей заложена бомба, которая взрывается, если на нее попадет фотон. Однако полиция не знает, не обманывают ли ее? Квантовая физика предсказывает возможность узнать о том, есть ли бомба, не взрывая ее!

Если на конечной станции фотон регистрируется, т.е. деструктивная интерференция исчезает, то это значит, что фотон прошел по другому тоннелю чем тот, в котором заложена бомба. Ну а если бы бомбы не было, то наше наблюдение неспособно определить, по какому пути распространяется фотон и фотон не наблюдается.

Для словесного объяснения ситуации в двух рассмотренных экспериментах

целесообразно использовать предложенный В.А. Фоком принцип относительности к средствам наблюдения [5] и несиловое взаимодействие прибора с квантовым объектом.

В специальной теории относительности длина предмета меняется за счет изменения системы отсчета, так что при ее изменении возникает лоренцево сокращение, которое, однако, не есть результат какого-то «силового» сжатия. В квантовой физике прибор играет роль системы отсчета.

В примере 1, если бы взяли только одну сферу без дыры, то импульс бы не менялся – это один прибор. В опыте с двумя сферами волновая функция, определенная «относительно» прибора - внутренней сферы претерпевает редукцию к волновой функции, локализованной в дыре, и последующий прибор - сфера 2 измеряет новый импульс.

В примере 2 можно говорить о двух разных приборах - тоннелях без бомбы и тоннелях с бомбой. Относительно этих разных приборов определены разные свойства волновой функции, позволяющие отличить одну ситуацию от другой.

Несмотря на то, что обсуждаемые нами эксперименты относятся к числу мысленных, сегодня в квантовой оптике уже есть такие отрицательные эксперименты, описание которых более сложно, хотя и в принципе не отличается от рассмотренных нами.

Занимательность же обсуждаемых мысленных экспериментов и их связь с фундаментальными свойствами квантовой физики заслуживает их использования в преподавании.

1. Гриб А.А., Петрова Д.В. //Известия вузов. Физика, 2010. В.8. С.32.
2. Renninger M. //Z. Phys., 1960. 158. S.417.
3. Гриб А.А. К вопросу об интерпретации квантовой физики. //УФН , 2013. Т.183, №12, С.1337.
4. Grib A.A., Rodrigues W.A. (Jr). *Nonlocality in Quantum Physics*. -New York: Kluwer Academic/Plenum Publ., 1999.
5. Фок В.А. Квантовая физика и строение материи. -М.: Либроком, 2010.

МЕТОД ФУНКЦИЙ ГРИНА ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ ЯДЕРНОЙ МАТЕРИИ

Гриднев К.А.¹, Даниленко В.А.¹, Кондратьев А.С.²

¹Санкт-Петербург, Россия, СПбГУ

²Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А.И. Герцена

Наметившаяся в последнее время тенденция воспроизведения результатов теории ядерной материи, полученных разнообразными методами, в рамках единого подхода, соответствующего современным представлениям квантовой статистической механики, ставит на повестку дня разработку новых учебных курсов, отвечающих сложившейся в науке ситуации [1]. Таким подходом, в рамках которого удалось представить как целый ряд известных результатов теории ядерной материи, так и получить некоторые важные новые результаты, является использование метода квантовых функций Грина в варианте, предложенном Кадановым и Беймом [2]. Мы остановимся на возможности использования в современных учебных курсах, построенных в соответствии с указанным принципом, следующих вопросов, исследованных в работах [3-5]:

- введение понятия квазичастиц в рамках микроскопического подхода к проблеме описания равновесных и кинетических свойств ядерной материи;
- расчёт энергии связи нуклонов в расчёте на одну частицу в ядерной материи;
- вывод кинетического уравнения для функции распределения квазичастиц в ядерной матери, описываемой моделью нормальной ферми-жидкости;
- расчёт спектра коллективных возбуждений ядерной материи, находящейся в нормальном состоянии, в приближении ферми-жидкостной модели;
- исследование возможности использования адиабатического приближения Борна-Оппенгеймера для описания спектра колебаний и вращений в атомном ядре и ядерной материи.

Первая часть разрабатываемого нами учебного курса содержит компактное изложение формализма Каданова-Бейма с выводом основных соотношений, приведённых в разделе 2 работы [4]. Здесь можно ограничиться только кратким указанием на возможность получения диаграммной техники Фейнмана с помощью итерационного решения уравнения Швингера, составляющего математическую основу метода Каданова-Бейма, поскольку эта диаграммная техника подробно рассматривается в учебных курсах, предшествующих изучению свойств ядерной материи. Подробно рассматривается вопрос о введении понятия квазичастиц с помощью решения уравнения (5) работы [4]. Изложение может быть построено в полном соответствии с расчётами, выполненными в работе [3] в рамках сепарабельных моделей для ширины одночастичных энергетических уровней. Важность этого вопроса определяется не только необходимостью создания надёжной теоретической базы для дальнейшего изложения, но и возможностью использования математически корректных и надёжно обоснованных представлений о квазичастицах в дальнейших научных исследованиях, в частности, при изучении экситонных состояний в атомном ядре и ядерной материи.

Использование метода квантовых функций Грина позволяет в гораздо более компактной форме представить результаты пионерских расчётов Бракнера удельной энергии связи нуклонов в ядерной материи и ещё раз продемонстрировать правильность этих расчётов. Выполненные в условиях отсутствия надёжного знания о характере взаимодействия нуклонов в атомных ядрах, оригинальные расчёты Бракнера содержат ряд весьма искусственных предположений при описании этого взаимодействия. Однако результаты этих расчётов безусловно входят в золотой фонд современной теории ядерной материи, и демонстрация возможности их воспроизведения более надёжными методами современной теоретической физики имеет большое значение для создания полного представления о теории ядра и ядерной материи.

Вывод кинетического уравнения Ландау-Силина для функции распределения квазичастиц в условиях, когда не пренебрегается конечной шириной одночастичных энергетических уровней, ставит на надёжную основу исследование спектра коллективных возбуждений системы, находящейся в нормальном состоянии. Основной проблемой здесь является получение правильного разложения по степеням ширины энергетических уровней общего выражения для спектральной функции одночастичных состояний. Такое разложение должно начинаться со слагаемого, содержащего дельта-функцию Дирака, что соответствует незатухающим энергетическим состояниям, когда нуклон-нуклонное взаимодействие учитывается не выше, чем в приближении Хартри-Фока. Это требует рассмотрения ряда тонких ма-

тематических вопросов, связанных с теорией предельных значений аналитических функций [4,5]. Такое же разложение фигурирует и при рассмотрении равновесных свойств ядерной материи [4], что позволяет использовать сообщаемые математические знания при изложении вопросов, касающихся различных физических свойств ядерных систем.

Доказанная справедливость кинетического уравнения Ландау-Силина при конечной ширине энергетических уровней позволяет использовать это уравнение для описания спектра коллективных возбуждений ядерной материи. В отличие от спектра возбуждений в жидком гелии или электронной ферми-жидкости нормальных металлов, этот спектр является гораздо более богатым вследствие наличия в ядерных системах изотопической инвариантности, спин-спинового и спин-орбитального взаимодействий, а также других релятивистских эффектов, отсутствующих или не играющих заметной роли в гелии-3 или простых ферромагнитных металлах. В частности, в ядерной материи наличие изоспиновых степеней свободы даже в простейшем случае, когда корреляционная функция Ландау считается константой, приводит к существованию новых по сравнению с гелием-3 ветвей колебаний, которые, однако, оказываются точными эквивалентами возбуждений типа нулевого звука или спиновых волн.

Использование ферми-жидкостного подхода позволяет подойти к надёжному обоснованию возможности применения адиабатического приближения Борна-Оппенгеймера для описания спектров колебаний и вращений в атомных ядрах. Это приближение уже более полувека широко используется при описании таких спектров, несмотря на то, что малое различие значений масс протонов и нейтронов, строго говоря, свидетельствует о неприменимости адиабатического приближения в этом случае. Однако ситуация меняется, когда взаимодействующими объектами становятся квазичастицы. Условия стабильности ферми-жидкости в случае характерных для ядерных систем взаимодействий приводят к тому, что массы различных квазичастиц могут сильно различаться, и в результате адиабатическое приближение оказывается справедливым. На фактическую эффективность этого приближения при описании экспериментальных спектров ещё более полувека назад указывал Отте Бор, поэтому выяснение этого вопроса имеет большое теоретическое и прикладное значение. Окончательное разрешение обсуждаемой проблемы возможно только в результате детального сравнения теории с данными эксперимента, поэтому актуальность изучения обсуждаемого вопроса становится несомненной.

Таким образом, уже достигнутые результаты в реализации указанных в начале данного сообщения тенденций позволяют конструировать такие учебные курсы, в которых фундаментальные для теории атомного ядра и ядерной материи вопросы могут излагаться на уровне современных представлений квантовой статистической механики. Создание соответствующих учебных пособий безусловно будет способствовать повышению качества подготовки специалистов в области ядерной физики и дальнейшему прогрессу этой области знания.

1. H.S. Kohler. *Journal of Physics*, 2006, v. 35, article 384.

2. L.P. Kadanoff and G. Baym. *Quantum Statistical Mechanics*. Perseus Books, Cambridge, Mass, USA, 1989.

3. К.А. Гриднев, В.А. Даниленко, А.С. Кондратьев. *Известия РГПУ им. А.И. Герцена*, 2013, № 157, с. 16-24.

4. V.A. Danilenko, K.A. Gridnev, A.S. Kondratyev. *International Journal of Statistical Mechanics*, Vol. 2013, ID 317491, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/317491>

ФИЗИКА АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ-ОЦЕНКАХ

Джалмухамбетов А.У., Фисенко М.А.

Астрахань, Россия, Астраханский государственный университет

jalm_au@mail.ru

Подготовка студентов, обучающихся по направлению 030302 Физика, предусматривает изучение курса термодинамики. Традиционные сборники задач по данной дисциплине ориентированы в большей степени на изучение технических систем, например тепловых машин. В них содержится очень мало задач, направленных на применение законов термодинамики к таким природным процессам как атмосферные явления, с которыми сталкивается каждый человек повседневно.

С целью более глубокого познания атмосферных явлений при изучении термодинамики нами предлагается цикл взаимосвязанных задач, в которых раскрываются физические процессы и законы, лежащие в основе этих явлений. Из-за того, что конкретные климатические условия могут сильно отличаться и зависеть от многих трудно учитываемых факторов, эти задачи имеют оценочный характер, то есть позволяют получить оценки количественных характеристик земной атмосферы в данном конкретном месте наблюдения.

Такие задачи-оценки представляют как научный, так и познавательный интерес для студентов. С одной стороны они раскрывают и усиливают роль расчетных методов в метеорологии и климатологии, устанавливают количественные соотношения между физическими величинами и параметрами, описывающими атмосферу. С другой стороны эти задачи представляют собой мини-исследования теоретического характера и могут быть предложены как темы выпускных и исследовательских работ [1 – 3].

Приведём примеры некоторых задач-оценок по физике атмосферы, рассматриваемых нами при изучении курса термодинамики.

Задача 1. Получите зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры путем решения уравнения Клапейрона-Клаузиуса, полагая постоянной удельную теплоту парообразования.

Решение. Кривая равновесия $p(T)$ жидкости и ее пара, выражающая зависимость давления насыщенного пара от температуры, удовлетворяет уравнению Клапейрона-Клаузиуса:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r}{T(v_2 - v_1)}, \quad (1)$$

где r – удельная теплота парообразования. Пренебрегаем удельным объемом жидкой фазы по сравнению с удельным объемом пара: $v_2 - v_1 \approx v_2$. Применяя уравнение состояния идеального газа, удельный объем пара запишем как

$$v_2 = \frac{RT}{\mu p}, \quad (2)$$

где R – газовая постоянная, μ – молярная масса вещества (воды).

Решив при этих условиях уравнение Клапейрона-Клаузиуса (1), получаем уравнение кривой фазового равновесия в виде

$$p = C \cdot \exp\left(-\frac{\mu r}{RT}\right) = p_0 \exp\left[-\frac{\mu r}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\text{кип}}}\right)\right]. \quad (3)$$

Постоянная интегрирования C выражается здесь через атмосферное давление p_0 и температуру кипения $T_{\text{кип}}$ жидкости при этом давлении.

Задание для самостоятельной работы. Найдите зависимость плотности насыщенного пара от температуры. Сравните полученную зависимость с экспериментальными данными для насыщенного водяного пара в интервале температур от 0°C до 100°C .

Задача 2. Найти зависимость плотности воздуха от высоты в равновесной изоэнтропной (адиабатной) модели земной атмосферы.

Решение. Найдем равновесное распределение плотности воздуха с высотой в атмосфере, принимая за постоянную величину удельную энтропию на всех уровнях. В случае земной атмосферы такое приближение применимо к ее нижней части – тропосфере, если пренебречь динамическими процессами и процессами конденсации водяных паров, которые сопровождаются выделением теплоты, а также поглощением солнечного и земного излучений.

В адиабатном процессе давление p классического идеального газа связано с его плотностью ρ уравнением Пуассона $p = \sigma \rho^\gamma$, где σ – постоянная, которая зависит от удельной энтропии газа и молярной массы, но не зависит от давления и плотности, γ – показатель адиабаты.

Давление газа в атмосфере убывает с увеличением высоты z . В соответствии с условием гидростатического равновесия в атмосфере градиент давления равен

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g \quad (1)$$

где g – ускорение силы тяжести, а ρ – плотность воздуха на высоте z над земной поверхностью. Подставив в (1) давление из уравнения Пуассона, получаем

$$\rho^{\gamma-2} \frac{d\rho}{dz} = -\frac{g}{\gamma\sigma}. \quad (2)$$

Решение этого уравнения с разделяющимися переменными находим в виде

$$\rho = \rho_0 (1 - z/H)^{1/(\gamma-1)}, \quad (0 < z < H). \quad (3)$$

где ρ_0 – плотность воздуха у земли. Постоянная интегрирования H , имеющая смысл максимальной высоты атмосферы, может быть записана как

$$H = \frac{\gamma \cdot p_0}{(\gamma-1)g\rho_0} = \left(\frac{\gamma}{\gamma-1}\right) \frac{RT_0}{g\mu}. \quad (4)$$

Здесь p_0 и T_0 – давление и температура воздуха у поверхности земли, μ – молярная масса, R – молярная газовая постоянная.

Полагая температуру воздуха у поверхности Земли равной 288 K , а показатель адиабаты $\gamma = 1.4$, получаем оценку $H \approx 2.9 \cdot 10^4\text{ м} = 29\text{ км}$. Этот уровень в земной атмосфере находится в стратосфере, а вся тропосфера, высота которой в зависимости от широты лежит в интервале от 12 до 18 км , расположена значительно ниже.

Задача 3. Как изменяются с высотой давление и температура в адиабатной модели атмосферы, рассмотренной в предыдущей задаче 2?

Решение. Зависимость плотности от высоты, найденная выше, позволяет легко установить зависимость от высоты z давления p адиабатой модели атмосферы:

$$p = \sigma \rho^\gamma = p_0 (1 - z/H)^{\gamma/(\gamma-1)}. \quad (1)$$

Абсолютная температура на высоте z равна

$$T = \frac{\mu p}{R \rho} = T_0(1 - z/H). \quad (2)$$

Смысл обозначений величин был дан в предыдущих задачах.

Из формулы (2) следует, что на максимальной высоте $z = H$ температура должна обратиться в нуль. Это показывает ограниченность адиабатной модели атмосферы.

Задача 4. Оценить, сколько всего влаги содержится в равновесном атмосферном столбе при заданной влажности и температуре воздуха у земли.

Решение. Так как диффузионные процессы являются медленными, можно полагать, что отношение масс влаги и сухого воздуха в единице объема остаются одинаковыми по всей высоте атмосферы. В этом случае зависимость абсолютной влажности воздуха от высоты можно, опираясь на формулу (3) из решения задачи 2, записать в виде

$$\rho_e(z) = \rho_{e0}(1 - z/H)^{1/(\gamma-1)}, \quad (1)$$

где ρ_{e0} – абсолютная влажность воздуха у земли.

Содержание влаги в вертикальном столбе воздуха с единичной площадью поперечного сечения находим, интегрируя выражение (1) по z в пределах от 0 до H :

$$m = \int_0^H \rho_e(z) dz = \left(\frac{\gamma-1}{\gamma} \right) H \rho_{e0}. \quad (2)$$

Задание для самостоятельной работы. Воспользовавшись выражением для высоты H адиабатой атмосферы, полученным в задаче 4, получите формулу

$$m = \mu_e \varphi_0 p_{\text{ин}}(T_0) / (\mu g), \quad (3)$$

где φ_0 и $p_{\text{ин}}(T_0)$ – относительная влажность и давление насыщающего пара при температуре воздуха у поверхности земли, μ_e – молярная масса воды.

Задача 5. Найти высоту нижней кромки облаков при заданных значениях влажности и температуры воздуха у земли для изоэнтропной модели атмосферы. Как изменяется с высотой относительная влажность?

Указание. Начиная с этой высоты, и выше имеются необходимые условия для конденсации водяных паров, содержащихся в атмосфере: $\varphi(z) = 1$. Учитывая результаты решения задач 1 – 4, получите уравнение

$$\frac{Az}{H-z} + \frac{\gamma}{\gamma-1} \ln\left(1 - \frac{z}{H}\right) + \ln \varphi_0 = 0, \quad (1)$$

где введено обозначение безразмерной постоянной $A = \gamma r / ((\gamma-1)gH) \approx 27.2..$

Задача 6. Оценить количество влаги, которая находится в конденсированном состоянии в вертикальном столбе воздуха с поперечным сечением, равным единице площади.

Задача 7. Оценить относительное изменение плотности воздуха при изменении влажности и при изменении температуры.

Задача 8. Сколько теплоты выделяется при конденсации водяных паров и насколько увеличивается температура единицы объема воздуха на данной высоте?

Отметим, что каждая из предлагаемых задач, список которых может быть продолжен, важна и интересна сама по себе, но их связанная система дает студенту гораздо больше, чем просто сумму знаний, так как открывает новые измерения в познании природы. Так как многие задачи являются оценочными, базирующимися на простых физических моделях, для решения большинства из них требования к

математической подготовке студентов не будут высокими.

1. Джалмухамбетов А.У., Фисенко М.А. Задачи-оценки и модели физических систем: учебное пособие.– Астрахань: Издат. дом «Астраханский университет», 2012.– 110 с.

2. Фисенко М.А., Джалмухамбетов А.У. Система задач-оценок для исследовательской работы студентов при изучении статистической физики и термодинамики // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11249.

3. Фисенко М.А., Джалмухамбетов А.У. Модели астрономических систем в задачах-оценках по статистической физике и термодинамике //Физика в системе современного образования: материалы XII Международной конференции, т.1.– Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013.– С. 113-116.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕБЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «СТАЦИОНАРНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК»

Дивин Н.П., Яковлева Т.А.

Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
jakovleva.tatiana@rambler.ru

При изучении темы «Стационарный электрический ток» в курсе «Электричество и магнетизм» при рассмотрении вопросов, связанных с понятием электрического тока, электрическими цепями, законами, определяющими протекание тока по цепям, предусмотрен ряд демонстраций. Традиционно эти демонстрации связаны с законом Ома, с действиями электрического тока, с различными типами соединения проводников (параллельным и последовательным) и определением при таких соединениях величин токов, напряжений на отдельных участках и их сопротивлений. Демонстрации же с разветвлёнными цепями (с количеством сопротивлений больше 3) практически не показываются. Для расчёта этих величин в таких цепях применяют правила Кирхгофа, а для проверки расчётов можно было бы измерять эти величины экспериментально, но такие демонстрации занимали бы много места и времени, даже для сборки подобных цепей.

Мы предлагаем для демонстраций, посвященных разветвлённым цепям, использовать рёберные модели пространственных фигур, таких как правильные многоугольники – тетраэдр, пирамида и куб (рис. 1).

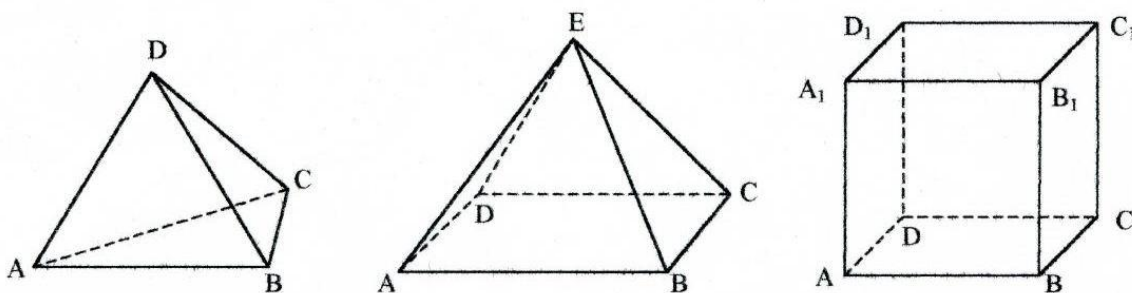


Рис. 1.

Конструкции электрических цепей в виде тетраэдра, четырехгранной пирамиды и куба изготовлены из деревянных реек сечением (15×15) мм² и длиной 0,5 м. В центре ребер каждой пирамиды укреплены лампочки накаливания (6 В 60 мА), соединенные между собой проводами, натянутыми вдоль реек. Источник постоянного напряжения подсоединяют к любой паре вершин указанных фигур. При демонстрации по накалу ламп сравнивают величины токов, проходящих по разным уча-

сткам цепи.

Подключение моделей к источнику тока можно осуществить разными способами. Модель, представленная в виде тетраэдра, может быть подключена единственным образом: через ребро тетраэдра АВ. Другие подключения будут аналогичны первому.

Модель в виде пирамиды подключается тремя способами:

- через сторону основания АВ,
- через диагональ основания АС,
- через ребро АЕ.

При всех этих трех подключениях получаются совершенно различные цепи и результаты будут разными. Подключения через другие вершины для данной модели будут аналогичны какому-либо из представленных выше.

Модель в виде куба, как и пирамида, имеет также три различных подключения:

- через сторону основания АВ
- через диагональ основания АС
- через пространственную диагональ АС₁

Все эти пространственные модели можно представить в виде эквивалентных схем на плоскости. Рассмотрим модель в виде тетраэдра. Эквивалентная схема для данной модели представлена на рис. 2.

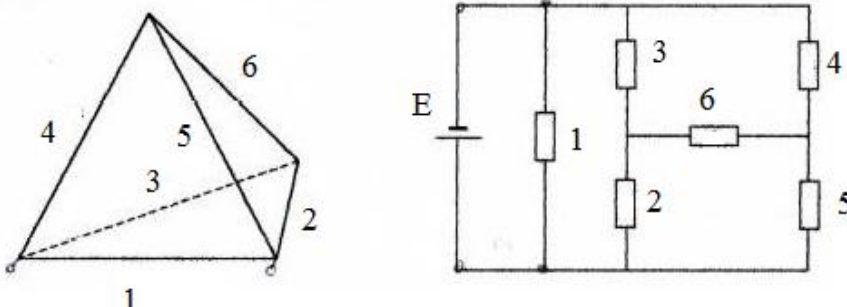


Рис. 2

Найдем напряжения на различных участках цепи тетраэдра при подключении через ребро 1. Для этого запишем уравнения Кирхгофа для данной схемы:

$$\begin{aligned}
 I_1 R &= E \\
 I_2 R + I_3 R &= E \\
 I_2 R + I_4 R + I_6 R &= E \\
 I_4 R + I_5 R &= E \\
 I_2 - I_3 - I_6 &= 0 \\
 I_5 + I_6 - I_4 &= 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Для решения системы линейных уравнений воспользуемся интегрированной программной математической системой MathCAD. Поскольку решение системы линейных уравнений довольно распространенная задача, то для этого в MathCAD, начиная с шестой версии, введена встроенная функция **Isolve(A,B)**, которая возвращает вектор X для системы линейных уравнений $A \cdot X = B$ при заданной матрице коэффициентов A и векторе свободных членов B. Если уравнений n, размерность вектора B должна быть n, а размер матрицы A – n*n. Решение системы линейных уравнений (1) дано в таблице 1.

Таблица 1.

$$\begin{matrix}
 a := & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 \end{pmatrix} & b := & \begin{pmatrix} 12 \\ 12 \\ 12 \\ 12 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} & X1 := \text{lsolve}(a, b) & X1 = & \begin{pmatrix} 12 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

Теоретические расчеты легко проверить экспериментально, используя установку, представленную на рис.3.



Рис. 3

Напряжение на ребро модели подается от источника постоянного тока ВС-24М. Напряжение на соответствующих участках измеряется комбинированным цифровым прибором Ц300.

Сравнение величин токов в цепях осуществляется по физическому восприятию накала ламп. Результаты теоретических расчетов и экспериментальных измерений приведены в таблице 2.

Таблица 2.

E=12 В			
№ лампы	Физическое восприятие	U _т ,(В)	U _э ,(В)
1	Яркая	12	11,97
2	Ср. яркая	6	6,01
3	Ср. яркая	6	6,00
4	Ср. яркая	6	5,98
5	Ср. яркая	6	5,99
6	Не горит	0	0,00

Из таблицы видно, что теоретические расчеты подтверждаются экспериментом. По физическому восприятию накала ламп (рис.3.) видно, что четыре лампы горят одинаково – средне ярко, одна горит ярче всех и одна совсем не горит. Таким образом, по накалу ламп качественно можно сравнить величины токов на разных участках разветвленной цепи..

Наглядно убедиться в отсутствии тока через шестое сопротивление можно, убрав его. Конструкция модели позволяет вынуть сопротивление из общей цепи и так же легко его вставить. Вынув лампочку, которая не горит, и видя, что накал остальных ламп не изменился, можно наглядно доказать, что ток через это сопротивление не течет.

Аналогично демонстрируются другие модели при различных способах подключения.

Представленные выше реберные модели могут быть использованы как в демонстрационном и лабораторном эксперименте, так и на занятиях при решении задач с разветвлёнными цепями для нахождения токов во всех участках цепи, разности потенциалов на них, нахождения общего сопротивления цепи.

Причем использовать данные моделей при изучении разветвлённых цепей можно по-разному.

Например, подключают внешний источник тока к любой паре вершин рассмотренных фигур. Наблюдают различную степень накала лампочек. Далее формулируется задача – обосновать полученный результат.

В данном случае опыт становится объектом размышления и поиска учащихся. Дальнейшее изучение правил Кирхгофа и расчёт с их помощью величин токов станет более активным и целенаправленным, так как полученные теоретические расчёты будут объяснять увиденные результаты опытов. Так рассчитав для тетраэдра ток через b сопротивление, учащиеся убеждаются в том, что ток действительно и не должен протекать через это сопротивление.

Продемонстрировать на этих моделях распределение величин тока по разным участкам цепи можно и сразу после изучения законов Кирхгофа и решения задач на расчёт величин токов, протекающих по различным участкам цепи, расчёт общего сопротивления такой цепи. Результаты опыта, проведённого в такой последовательности с теорией, будут служить экспериментальным подтверждением сделанных расчётов. Оба эти способа использования демонстрационного опыта при изучении материала выполняют определённые функции. На наш взгляд, первый способ подачи информации более эффективен, поскольку эксперимент выступает как средство создания проблемной ситуации, он как бы направляет процесс восприятия этого учебного материала.

Эксперимент с реберными моделями отличается надёжностью, выразительностью и наглядностью. Он позволяет получить как учащимся школы, так и студентам глубокие, полные и неформальные знания по изучаемой теме.

О КРЕАТИВНОСТИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Добро Л.Ф.¹, Чижиков В.И.²

¹Краснодар, Россия, Кубанский государственный университет

²Краснодар, Россия, Краснодарское высшее военное училище летчиков

Tchijikov2011@yandex.ru

Проблема соотнесения творцов и ремесленников существовала, существует и, наверное, будет существовать всегда. Однако обсуждают ее редко, а то и вовсе не затрагивают. По-видимому, предполагается, что появление творцов в большей степени зависит от Его Величества Случая и их надо просто искать. Часто поиск ведут на олимпиадах. Там выявляются школьники и студенты с нестандартными подходами к решению различных практических и теоретических задач. Однако эту проблему можно анализировать и с помощью фундаментального понятия информации.

Вопрос о том, как мыслит человек, особенно интуитивно, остается открытым. Тем не менее, при мышлении происходит обработка информации, как уже имеющейся, так и поступающей извне. Результатом обработки является прогноз поведения окружающих объектов. Конечный результат мышления состоит в принятии решения, т.е. в выборе одного из нескольких возможных вариантов дальнейших

действий. Следовательно, происходит генерация информации. Ценность этой информации зависит от цели. Она может быть либо поставлена перед человеком, либо сформулирована им самим. Генерация новой информации связана с творчеством, поэтому творчество является частью мышления.

Различают мышление логическое и интуитивное. При логическом мышлении используется однозначный алгоритм, что возможно, когда исходной информации достаточно для принятия однозначного решения. Творчество в этом случае сводится к выбору оптимального пути получения результата, но не к самому результату. Он фактически уже содержится в алгоритме и начальных условиях.

Интуитивное мышление основано на ассоциациях, аналогиях и прецедентах. К нему прибегают, когда исходной информации недостаточно для принятия решения, или когда сам алгоритм допускает разветвления и, следовательно, неоднозначен. Это имеет место в случае неустойчивости процесса принятия решения. Интуитивные прогнозы реализуются с высокой, но не стопроцентной вероятностью. Их достоверность зависит от многих признаков, которые часто ускользают из внимания. Построение убедительного интуитивного вывода – мастерство.

В реальной жизни интуитивное мышление преобладает, то же можно сказать и о гуманитарных науках и искусстве. Важно, что и в естественных науках роль интуитивного мышления не мала. Принято думать, что к логическому мышлению способен только человек, но не животные. К интуитивному мышлению способны как люди, так и животные, поскольку им тоже приходится принимать решения. Поэтому часто логическое мышление ставят выше интуитивного, считая его более совершенным.

Мышление, особенно интуитивное, индивидуально – разные люди решают задачи по-разному. При этом результат может совпадать, но пути достижения результата различны, что и отражает индивидуальность мышления.

Отмеченные особенности мышления можно использовать в учебном процессе, в частности, при изучении общей физики. В той или иной мере изучение курса общей физики сводится к решению конкретных задач с использованием уже имеющейся информации. В этом случае процесс обучения сводится к рецепции информации и творчество как таковое отсутствует. Поэтому пытаются ввести в учебный процесс элементы творчества.

Мы предлагаем элементы творчества в этом случае свести к выбору оптимального способа усвоения курса общей физики и способствованию развития иным подходам к изучаемым понятиям и терминам физики. Для реализации этой идеи вводится понятие базового учебника по общей физике, который является основой формируемого множества выбора. Это может быть авторский курс или рекомендованный известный учебник по общей физике. Само обучение может проводиться различными методами. Конечным продуктом обучения является представление студентом своего видения тех или иных физических понятий, процессов, отдельных глав или всего курса в виде плакатов, слайдов, снятых фильмов, текстового изложения, рисунков, анимации и т.д. При этом контроль и самоконтроль (тестовый или иной) процесса обучения не отменяется. Само собой разумеется, что жесткой оценки представленных результатов студента не должно быть, поскольку принятого эталона в творчестве нет.

В качестве примера рассмотрения основных физических положений в базовом учебнике по общей физике приведем анализ системы отсчета в нерелятивистской механике и дадим физически более строгое определение для нее. Суть состоит в

следующем.

Пространство и время относятся к фундаментальным первичным понятиям. Их можно ввести на примере количественного определения механического перемещения тела: движением тела называется изменение его положения относительно любого другого выбранного тела. К сожалению, к приведенному определению часто добавляют слова «в пространстве и времени» и превращают его в тавтологию. Кроме того, иногда вводят в определение некорректное представление о синхронизации часов.

Количественное описание положения и изменения положения точки приводит к возможным моделям пространства-времени. Самой простейшей моделью пространства-времени является евклидово пространство и не связанное с ним время, которое в разных точках пространства одно и то же и не зависит от местонахождения часов в пространстве. Физический объект также не влияет на свойства пространства и времени.

Для определения геометрических и физических свойств пространства вводят расстояние dl между бесконечно близкими точками. Путем суммирования (интегрирования) из него легко получить любое конечное расстояние. В общем случае это расстояние можно выразить через дифференциалы координат следующим образом

$$dl^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta. \quad (1)$$

Здесь по повторяющимся индексам α и β производится суммирование от 1 до 3.

Соотношение (1) представляет собой алгебраическую квадратичную форму относительно дифференциалов координат. Эта квадратичная форма, удовлетворяющая условиям Сильверста: $g_{11} > 0$, $(g_{11}g_{22} - g_{12}g_{12}) > 0$ и $\det(g_{\alpha\beta}) > 0$ в каждой точке пространства, при вещественных преобразованиях всегда может быть приведена к сумме квадратов полных дифференциалов новых координат. Такое пространство назовем евклидовым. Условия Сильверста задают допустимые системы координат в этом пространстве.

Преимущество такого определения евклидова пространства состоит в том, что правило вычисления расстояния в нем задано сразу во всех допустимых системах координат. При этом расстояние в декартовых координатах является частным случаем (1). Для них метрический тензор является диагональным. В общем случае координатные линии могут быть не только ортогональными или неортогональными прямыми, но и ортогональными или неортогональными кривыми. Поэтому формула (1) позволяет практически использовать для выбора допустимых координат любые четыре тела. Аналогичным образом можно анализировать особенности релятивистской механики.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ НА ПРИМЕРЕ, СВЯЗАННОМ С ИСТОЧНИКАМИ КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АТОМНЫХ ПОЛЯРИТОНАХ

Егоров В.С., Чехонин И.А.
Санкт-Петербург, Россия, СПбГУ
valentin_egorov@mail.ru

Как известно, лазерная физика является «синтетической» или, как принято в настоящее время говорить, междисциплинарной наукой. Это обстоятельство накладывает определенные требования на лектора и слушателей (в нашем случае – это студенты 3-го, 4-го и более старших курсов) в отношении их профессиональной подготовленности, эрудиции и умения применять полученные ранее знания для овладения новыми для них областями физики. Для авторов доклада (преподавателей и в то же время исследователей) указанное обстоятельство очень ярко было продемонстрировано с самого начала работы над так называемым эффектом «конденсации» спектра» при внутрирезонаторной накачке вещества.

В 1982 г при исследовании эффекта «конденсации» спектра в газовых средах нами впервые в условиях эксперимента была предложена физическая модель генерации, основанная на параметрическом возбуждении кооперативных эффектов в оптически плотном, резонансном, протяженном веществе без инверсии заселенностей. Большую роль при этом сыграло знание похожих аналогий из физики твердого тела (см. А.С. Давыдов «Физика твердого тела» гл.11, случай сильной связи экситона с фотоном). Эта догадка оказалась основополагающей во всей нашей дальнейшей учебно-научной деятельности. Объединенная с полуклассической теорией лазерной генерации, она позволила объяснить многие из особенностей явления «конденсации спектра». При этом в развитие исходных соображений авторам понадобились теоретические представления об атомных поляритонах (по аналогии с экситон-фотонными поляритонами).

Несколько слов о деталях изучаемого нами явления. Используемая в наших экспериментах система включала в себя резонатор типа эталона Фабри-Перо с помещенными внутрь резонатора широкополосной усиливающей (на красителе) и узкополосной резонансной поглощающей ячейками.

При определенной мощности накачки усиливающей ячейки однородный спектр генерации красителя сосредотачивался, «конденсировался» вблизи сильных линий поглощения резонансно «поглощающего» вещества. В этих экспериментах были сформулированы условия, при которых может произойти «конденсация» спектра. Одним из самых важных условий являлось превышение константы связи (кооперативной частоты) эм поле-вещество над скоростью диссипативных потерь, характеризующими резонансный переход в среде без инверсной заселенности. В дальнейшем это условие с дополнениями относительно скорости утечки эм поля из резонатора и длины «поглощающей» среды составило содержание термина «генерирующая система с сильной связью эм поле - вещество».

В основе предложенного в наших работах нового механизма усиления и генерации света лежит принцип когерентного возбуждения диполь-дипольной корреляции в пассивной среде под влиянием поля накачки при условиях сильной связи «поле-вещество». При определенных уровнях накачки возможно проявление параметрических резонансов усиления, связанных с модуляцией коэффициента связи «поле-вещество» в условиях малости числа фотонов в единице объема среды (бо-

лее корректно, в объеме моды) по сравнению с соответствующим числом атомов. От обычных лазеров предложенные источники когерентного излучения отличаются механизмом осуществления обмена энергией между полем и веществом. В то время, как в обычных лазерах (системы со слабой связью) этот обмен организуется сильным внешним полем в результате возникновения инверсной заселенности, в системах с сильной связью слабое э.м. поле лишь упорядочивает существующие изначально (под влиянием спонтанных переходов и теплового шума некоррелированными) кооперативные колебания связанных осцилляторов поле-вещество. Из изложенного следует необходимость обращения по ходу изучения и исследования к фундаментальным законам радиофизики и атомной физики (в том числе и квантовой теории взаимодействия э.м. поля с веществом).

Вопросы поддержания соответствующего уровня знаний слушателей решаются через дополнительные консультации и координацией деятельности преподавателей смежных дисциплин.

**ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
СТУДЕНТОВ-ФИЗИКОВ АСТРАХАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА НА БАЗОВОЙ КАФЕДРЕ В ИФТТ РАН
(Г.ЧЕРНОГОЛОВКА)**

Ефимов В.Б.¹, Классен Н.В.¹, Левченко А.А.¹, Лихтер А.М.², Смирнов В.В.²

¹Черноголовка, Россия, Институт физики твердого тела РАН

²Астрахань, Россия, Астраханский государственный университет
likhter@bk.ru

Исходя из современных требований к подготовке кадров, продиктованных потребностями науки, общества, рынка и бизнеса в создании инновационной экономической системы и вовлечении результатов научно-исследовательских работ в хозяйственный оборот страны, для увеличения доли практических занятий и активной интеграции образования и научно-исследовательской работы, а также для реализации междисциплинарного подхода в современном образовательном процессе с целью подготовки специалистов с фундаментальным образованием, позволяющим заниматься научными исследованиями и разработками на стыке наук, в частности, в области наноестествознания, нанотехнологий и физики конденсированного состояния, Астраханский госуниверситет (АГУ) и Институт физики твердого тела (ИФТТ) РАН организовали инновационную форму учебно-научного взаимодействия. Согласно существующих требований, сформулированных в ФГОС, на все виды практик при подготовке бакалавров по направлениям подготовке «03.03.02 Физика» отводится от 12 до 21 зачетной единицы на академическом бакалавриате и от 12 до 42 зачетных единиц на прикладном. Как правило, различные виды практик являются локализованными во времени, которое закрепляется учебным планом и графиком учебного процесса. Очевидно, что формирование профессиональных компетенций в области научно-исследовательской деятельности без организации полноценной производственной и научно-исследовательской практик невозможно.

Суть предлагаемой инновационной формы учебно-научного взаимодействия заключается во встраивании различных видов практики в непрерывный учебный процесс. Для этого в 2012 году на физико-техническом факультете была создана базовая кафедра «Высоких технологий и физических методов исследования мате-

риалов».

Подготовка студентов на базовой кафедре предусматривает проведение практик (в том числе учебно-научной и производственной), стажировок и выполнения НИР (в том числе, курсовых и дипломных работ) в соответствии с учебным планом АГУ. В период нахождения на Базовой кафедре студенты работают в ИФТТ РАН на научных и инженерно-технических должностях в структурных подразделениях ИФТТ РАН.

Научно-исследовательская работа выполняется студентом по индивидуальному плану под руководством научных руководителей – высококвалифицированного научного работника ИФТТ РАН и преподавателя кафедры общей физики АГУ, которые совместно осуществляют постановку научной задачи и регулярно контролируют ход научно-исследовательской работы студента. Выбор направления научной работы студент осуществляет после ознакомления с тематикой научной работы ИФТТ РАН. Заведующий Базовой кафедрой назначает студенту научного руководителя – как правило, научного сотрудника ИФТТ РАН, работающего по соответствующему научному направлению. На заседании Базовой кафедры утверждается тема научной работы (курсовой, дипломной) в рамках выбранного студентом научного направления.

По результатам выполнения научно-исследовательской работы в осеннем семестре каждый студент представляет в деканат отчет установленной формы. По результатам выполнения научно-исследовательской работы за год каждый студент защищает курсовую работу, студенты выпускного курса – дипломную работу. Темы дипломных работ и научные руководители утверждаются Ученым советом физико-технического факультета АГУ.

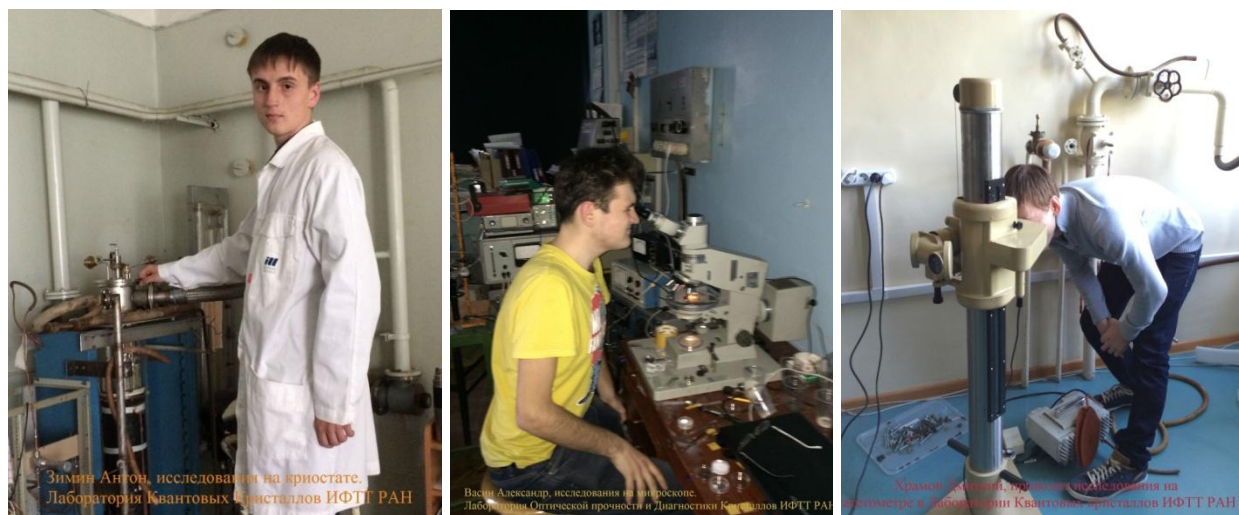


Рис. 1. В лабораториях ИФТТ

Направлению студентов-физиков АГУ на практику предшествует подготовительный этап, заключающийся в выполнении ими мини-учебных проектов при изучении учебных дисциплин. Тематика этих проектов связана как с научными направлениями кафедры общей физики АГУ, так и с научными интересами сотрудников базовой кафедры ИФТТ. Таким образом, на данном этапе студенты знакомятся с решаемыми на кафедрах задачами, изучают литературу, пишут рефераты, готовят доклады и презентации к ним. Совокупность этих действий позволяет реализовать практико-ориентированный подход на этапе, предшествующем непосредственно практике, и, попутно, сближает научные интересы коллективов.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Захидова М.А., Содикова Ш.М.

Ташкент, Республика Узбекистан Национальный университет Узбекистана им.
Мирзо Улугбека

В работе рассматривается методика создания проблемных ситуаций в преподавании курса общей физики, который позволит воспитать у студентов творческий подход к изучаемым явлениям природы.

Лекции по физике, построенные по традиционному плану, вряд ли можно назвать проблемными, хотя в каждой из них ставится задача, намечается определенный путь решения, который затем реализуется. Однако студенты не принимают участия в постановке задачи, без интереса следят за ее решением, заранее зная, что решение это единственное. Кроме того, прагматизм вузовского обучения приводит к тому, что студенты часто не в состоянии увидеть проблему, сформулировать и задать вопрос. Всякое знание остается мертвым, если в учащихся не развевается научная инициатива, не формируются такие способности как наблюдательность, умение синтезировать факты.

Постановка проблемных задач на лекциях перед студентами позволяет воспитать творческий подход к изучаемым явлениям природы. Особенно актуальна эта тема в педагогических институтах. Будущих учителей нигде не учат принципам проблемного обучения, они не готовы использовать их при работе в школе. Поэтому преподавателям педагогических вузов необходимо целенаправленно работать в таком направлении, чтобы студенты на лекциях не только получали предметные знания, но и постигали бы основы проблемного обучения лекции.

Сделать лекцию по физике от начала до конца такой, по-видимому, невозможно, но проблемные ситуации должны создаваться на каждой лекции, практическом и лабораторном занятии. Такие ситуации прогнозируемы и должны быть заранее продуманы преподавателем. При этом необходимо:

1. Вопрос ставить не преподавателю, а подводить к нему-студента, чтобы он сам задавал его:

а) это можно сделать показав опыт, например: нагретая вода в закрытом сосуде кипит, если сосуд облить холодной водой; всегда плавающий на поверхности воды парафин вдруг под водой лежит на дне сосуда; вспыхивание лампы при возникновении экстратоков размыкания; уменьшать ширину щели до появления на экране дифракционной картины; явление фотоэффекта, включая наличие красной границы; в заполненной водой до краев бокал, опускают одно за другой несколько сотен булавок, при этом вода через край не выливается. Необъяснимые, на первый взгляд, явления заставляют студентов задуматься об их причинах, попытаться найти объяснение;

б) моделируя ситуацию, когда студент поставлен перед выбором одного из возможных ответов, предварительно обдумав и проанализировав его: будет ли действовать закон Архимеда в условиях невесомости? Предложить два возможных ответа: нет, не будет, так как разница давлений на нижнее и верхнее основания равна нулю; да, так как, поместив в невесомость сосуд с плавающим там деревянным брусом, мы не увидим никаких изменений, значит, закон действует. При изучении темы “Кипение. Температура кипения” ставится вопрос: можно ли не обжигаясь пить кипящий чай? Возникает противоречие между жизненным опытом студента и

научным фактом: зависимость температуры кипения от внешнего давления. При анализе электропроводности стекла поставить вопрос: является ли стекло проводником или диэлектриком? Ответ помогает найти диалектика: все зависит от того в каких условиях находится стекло. В обычных условиях она является изолятором, а при нагревании превращается в проводник. Осознанный и отобранный таким путем материал запоминается прочнее;

в) создание иллюзии тупика, в котором оказывается преподаватель, специально допустив ошибку в расчете. Предоставить возможность студентам самостоятельно ее найти.

2. Необходимо включать в лекции вопросы, которые в истории науки были проблемными. Так, интересен вопрос о приоритете квантовой или волновой теории света. Перед изложением темы можно провести небольшой исторический экскурс. Рассказав об идеях Гюйгенса и Ньютона - основоположниках двух направлений, привести парадоксальные опытные данные. Сделав обзор дальнейших исследований в этой области, предложить студентам выбрать верное, на их взгляд, направление. При таком подходе виден исторический путь развития данной проблемы, трудности постижения истины. Кроме того, создается яркий эмоциональный фон для данной темы, что, как известно, способствует более глубокому и прочному запоминанию.

При изучении законов сохранения можно рассказать о наблюдениях, приведших Р. Майера к открытию закона сохранения и превращения энергии, чтобы студенты, используя эти факты, сами как бы «открыли» закон или при изучении закона Кулона можно поставить проблему: «Вы знаете, что в ядре атомов находятся протоны, которые отталкиваются с очень большой силой. Почему же существует мир?»

Рассматривая такие вопросы, мы вскрываем логику эволюционного развития науки, формируем представление физической картины мира в различных ее проявлениях.

3. Важно правильно определить, какой вопрос создаст проблемную ситуацию, а не ее подобие. Например, при изучении темы «Метод зон Френеля» необходимо акцентировать внимание не на вопросе «Чему равна результирующая интенсивность световых колебаний в точке Р?», а на следующей проблеме: «Почему, в соответствии с принципом Гюйгенса, мы видим не светящийся сферический фронт волны, а узкий пучок лучей от точечного источника света?». Именно этот вопрос побуждает студентов более осознанно изучать тему дифракции.

4. Проблемная ситуация более эффективна когда вопрос возникает неожиданно, как бы без предварительной подготовки. Это возбуждает любопытство, концентрирует внимание. Рассмотрим конкретный пример при изучении темы «Дисперсия света». Согласно теории Максвелла свет - электромагнитная волна, фазовая скорость которой зависит от электрических и магнитных свойств среды

$$g = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon \mu \mu_0}} \quad \text{Для вакуума} \quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} \quad \text{или} \quad g = \frac{c}{n}, \quad \text{где}$$

Таким образом, фазовая скорость волны в веществе $n = \sqrt{\epsilon \mu}$ - физическая величина, называемая абсолютным показателем преломления

среды. Для большинства сред $\mu \approx 1$ и тогда $n \approx \sqrt{\varepsilon}$, $n^2 = \varepsilon$. Следовательно можно измерить показатель преломления по изменению направления распространения света при переходе его из вакуума в данное вещество или измерить диэлектрическую проницаемость вещества. Причем ε можно измерить по емкости конденсатора. Оказалось, что эти измерения, вопреки ожидаемому, дают совершенно различные результаты, которые представлены в таблице [2]. Попытаемся разобраться со столь странными результатами. Ответим на вопрос, что такое диэлектрическая проницаемость вещества ε , постоянная ли она, от чего зависит? При изучении электростатики мы говорим, что ε показывает, во сколько раз поле в диэлектрике меньше, чем в вакууме, т.е. ε - показывает, как «откликается» диэлектрик на действие электрического поля. Именно влияние внешнего поля на заряды атомов вещества и характеризуется диэлектрической постоянной ε .

вещество	n	n ²	ε (практическая)
Воды	1,333	1,78	80,08
Глицерин	1,47	2,16	56,20
Этиловый спирт	1,36	1,84	25
Слюда	1,56	2,43	6
Стекло	1,52	2,31	7

Рассматривая случай взаимодействия падающей электромагнитной волны с напряженностью электрического поля, изменяющейся по гармоническому закону $E = E_0 \cos \omega t$ с электронами вещества, связанных внутри атомов и молекул квазиупруго, можно прийти к следующему выражению:

$$\varepsilon = n^2 = 1 + \frac{N}{\varepsilon_0} \sum \frac{I_1^2}{m_i(\omega_{0i}^2 - \omega^2)}$$

Вывод этой формулы полностью приводится в учебном пособии [1]. Из данного выражения, полученного без затухания, можно сделать вывод, что ε , измеренная при различных частотах внешнего поля, будет различна. Этим объясняется парадокс с показателем преломления n и ε . Обычно ε измеряется при $E = \text{const}$, т.е. при $\omega = 0$, а - при частоте электромагнитной волны ω . Из полученной формулы следует также, что $n = f(\omega)$. Это и есть дисперсия, т.е. – зависимость показателя преломления от частоты.

Таким образом, преподаватель, начиная новую тему, должен заранее продумать материал каждой лекции, практического и лабораторного занятия, определить вопросы и способы побуждения к ним интереса, которые могли бы создать проблемную ситуацию. В педагогических институтах необходимо сознательно обучать студентов определенным приемам и методам создания проблемных ситуаций на уроках физики в школе.

1. Савельев И.В. Курс общей физики. М.: Наука. 1988 г. Т.2-496 с.
2. Волькенштейн В.С. Сборник задач по таблице курсу физики. М.: Наука. 1990 г.

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ ПО ИСТОРИИ ФИЗИКИ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ УСИЛЕНИЯ ГУМАНИТАРНОГО КОМПОНЕНТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Зюзин С.Е., Матвеева Л.И., Ерохина Р.Я.

Борисоглебск Воронежская область, РФ, Борисоглебский филиал ФГБОУ ВПО

«Воронежский государственный университет»

matveevali2@gmail.com

На X съезде Российского Союза ректоров в ряде выступлений, в том числе и ректора СКФУ А. Левитской, было подчеркнуто, что реалии современного мира выдвигают сегодня на первый план задачу усиления гуманитарной направленности образовательного процесса. Президент РФ В.В. Путин в своём заключительном слове не только согласился с этим высказыванием, но и усилил его: «...если мы не сможем воспитать человека с широкими, глубокими, всеобъемлющими, объективными знаниями в гуманитарной сфере, если мы не воспитаем человека самодостаточного, но сознающего себя частью большой, великой многонациональной и многоконфессиональной общности, если этого мы не сделаем, - у нас с вами не будет страны». [1]

Задача формирования у будущих специалистов широкой общей культуры, патриотизма, понимания роли отечественных достижений в развитии всей современной цивилизации особенно актуальна для педагогических вузов, т.к. именно они призваны осуществлять такую подготовку учителей, которая позволит им не только вооружать школьников знаниями, но и формировать их личность, приобщать к общечеловеческим ценностям. В эту работу могут включаться все кафедры вуза. Одна из возможностей - организация проектной деятельности студентов по вопросам, связанным с историей науки. Так, на факультете физико-математического и естественнонаучного образования Борисоглебского ГПИ в течение последних шести лет осуществляется долгосрочный проект «Изучаем физику как часть общечеловеческой культуры». В рамках этого проекта силами студентов и преподавателей проводятся мероприятия (конференции, круглые столы, выступления студентов на секциях СНО), приуроченные к знаменательным датам в истории науки и техники. Проект был «запущен» в 2008 году в связи с подготовкой к столетнему юбилею выдающегося физика-теоретика Льва Давидовича Ландау, нобелевского лауреата 1962 года. Чтобы дать представление об объеме и содержании проекта, приведем не только темы проведенных конференций, но и их программы:

- (2008 г.) «Великий универсал XX века»: • Ученый и учитель Лев Давидович Ландау • Вклад Л.Д. Ландау в развитие современной физической теории • История открытия и исследований явления сверхтекучести • Основные идеи теории квантовых жидкостей • Лев Давидович Ландау в кольце спецслужб • Ландау вне физики.

- (2008 г.) «Исаак Константинович Кикоин – выдающийся физик – экспериментатор и деятель народного образования»: • К 100-летию выдающегося физика-экспериментатора И.К. Кикоина • Фотоэлектромагнитный эффект • Изучение эффекта Холла • Экспериментальное определение гиромагнитного отношения для сверхпроводников • Атомный проект • Вклад И.К. Кикоина в развитие системы народного образования нашей страны • Новый практикум по механике в школе • Многогранная личность И.К. Кикоина.

- (2009 г.) «Галилео Галилей и его эпоха»: • Галилео Галилей – сын своей

эпохи • **Астрономические открытия Галилея** • **Космологические взгляды Галилея**. «Диалоги о двух системах мира» • **Галилео Галилей – основоположник научного метода в физике** • **Трагедия Галилео Галилея**. Объективное и субъективное в отношениях науки и религии (Конференция посвящалась 400-летию астрономических открытий Галилея, впервые сделанных с помощью телескопа).

- (2010 г.) «**Оптика, рожденная лазером**»: • **Физические основы голографии**. Объемные голограммы • **Деннис Габор – изобретатель первой голограммы** • **Юрий Николаевич Денисюк – создатель объемных голограмм** • **Лазеры**. История и области применения • **Рем Викторович Хохлов – основатель нелинейной оптики и нелинейной акустики** • **Нелинейные оптические эффекты**. (Конференция приурочена к полувековому юбилею изобретения лазера.)

- (2011 г.) «**12 апреля 1961 года – день, который изменил мир**»: • **У истоков космонавтики** • **Первые успехи отечественной космонавтики** • **Слово о Гагарине** • **Спутники служат людям** • **Полеты к дальним планетам**. (На конференции присутствовали более 100 учащихся школ г. Борисоглебска).

- (2011 г.) «**М.В. Ломоносов – великий сын России**»: • **Биография Михаила Васильевича Ломоносова** • **Вклад М.В. Ломоносова в науку** • **Молекулярно-кинетическая теория тепла** • **Астрономические открытия М.В. Ломоносова** • **Вклад М.В. Ломоносова в теорию цветного зрения** • **Наука о стекле и мозаики М.В. Ломоносова** • **Гуманитарное наследие М.В. Ломоносова**. (К 300 – летию юбилею великого русского ученого, основателя российской науки).

- (2013 г.) «**И. Ньютон – основатель классической физики**»: • **Биография И. Ньютона** • **История открытия закона всемирного тяготения** • «**Математические начала натуральной философии**» • **Оптика И. Ньютона** • «**Факел математики**» в руках Ньютона • **Религиозные взгляды И. Ньютона**. (Конференцией ознаменован 370 – летний юбилей со дня рождения Исаака Ньютона).

- (2013 г.) «**Блез Паскаль – ученый, философ, публицист**»: • **Время великих открытий**. Европейская наука и культура XVII века • **Путешествие к границам науки**. Жизнь Б. Паскаля • **Создатель проективной геометрии** • **У истоков науки о случайном** • **Вклад Б.Паскаля в развитие экспериментальной физики** • **Литературные и философские произведения Б.Паскаля**. (Отмечалось 390 лет со дня рождения Б. Паскаля).

- (2014 г.) «**А Эйнштейн – самый знаменитый физик XX века**»: • **Гражданин мира**. Биография А. Эйнштейна. • **Научные достижения А. Эйнштейна**. • **Нобелевская премия А. Эйнштейна**. Теория фотоэффекта. • **Специальная теория относительности**. • **Основные идеи общей теории относительности**. • **А. Эйнштейн и современная космология** • **Философские взгляды А. Эйнштейна**. • **Как изменить мир к лучшему**. Этико-гуманистические идеи великого ученого. • **Общественная деятельность А. Эйнштейна**. (135 лет со дня рождения А. Эйнштейна).

В настоящее время ведется подготовка к научной конференции «**Нильс Бор – основоположник квантовой физики**», приуроченной к 130–летию юбилею со дня рождения великого ученого, который будет отмечаться в 2015 году.

В ходе подготовки и проведения мероприятий студенты в полной мере могут реализовать свои способности и возможности. Они осуществляют сбор информации по своей теме, в том числе поиск её в Интернете, изучают и систематизируют эту информацию, осуществляют подготовку докладов, создают красочные презентации к ним, находят художественную литературу, посвященную историческим личностям по теме доклада. К примеру, при подготовке конференции, посвящен-

ной Галилею, инсценировались фрагменты пьесы Б. Брехта «Жизнь Галилея» [2]; на конференции «Оптика, рожденная лазером» использовались отдельные главы книги Л. Радунской «Крушение парадоксов» [3]; конференция «12 апреля 1961 года – день, который изменил мир» была украшена репродукциями картин космонавта А. Леонова, музыкальными произведениями космической тематики, стихами А. Вознесенского, Е. Евтушенко, В. Высоцкого. Так создается атмосфера праздника, способствующая вовлеченности в происходящее не только организаторов и исполнителей проекта, но и приглашенных слушателей. У студентов, присутствующих на такой конференции, воспитываются чувство гордости за нашу страну, сознание причастности к ее историческим достижениям.

Реализация проекта требует тесного общения руководителей проекта - преподавателей с исполнителями проекта - студентами. Не нужно жалеть времени на это общение. Оно приносит плоды: у студентов усиливается интерес к изучению физики, расширяется их кругозор и, что не менее важно, повышается общий культурный уровень. Работая по своим темам, они приобретают определенные исследовательские навыки. Так, по итогам выполненных проектов имеется около 20 научно-методических студенческих публикаций в различных сборниках и центральном журнале «Физика ПС». Традиционной стала работа историко-физической секции в рамках ежегодной вузовской «Недели науки».

Кроме того, работа над проектом совершенствует у студентов умение работать в команде, формирует инициативность, чувство ответственности за общее дело. И самое главное: в ходе работы каждый участник получает возможность пережить радость достижения цели, осознать свой интеллектуальный потенциал, поверить в себя и почувствовать уверенность в способности организовать такую работу в школе [4].

Таким образом, проект «Изучаем физику как часть общечеловеческой культуры» полезен и, несомненно, служит целям усиления гуманитарной направленности образовательного процесса средствами истории физики.

1. Съезд Российского союза ректоров [Текст] <http://news.kremlin.ru/news/46892>

2. Ерохина, Р.Я. Школьная конференция как способ реализации методов проектов [Текст] / Р.Я. Ерохина, Л.И. Матвеева // Физика: научно-методический журнал для учителей физики, астрономии и естествознания. – М.: Первое сентября, 2010. – №18. – С.21-25.

3. Ерохина, Р.Я. Оптика рожденная лазером [Текст] / Р.Я. Ерохина, Л.И. Матвеева // Физика: научно-методический журнал для учителей физики, астрономии и естествознания. – М.: Первое сентября, 2011. – №8. – С.42-45.

4. Зюзин, С.Е. Конференции по истории физики [Текст] / С.Е. Зюзин, Р.Я. Ерохина, Л.И. Матвеева. Физическое образование: проблемы и перспективы развития: материалы 9-й Международной науч.- метод. конф., 1–4 марта 2010, Москва, МПГУ. – С. 23-25.

КУРС ИСТОРИИ ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Ильин В.А., Кудрявцев В.В.

Москва, Россия, Московский педагогический государственный университет
minjar@mail.ru, kudV-V@yandex.ru

История физики — учебная дисциплина, изучающая процессы формирования и развития фундаментальных фактов, теорий и методов физической науки, а также их преобразование под воздействием внутренних (логика развития научного знания, эволюция научных традиций) и внешних (социокультурные, социально-экономические) факторов. Предмет истории физики можно сформулировать и так: это история возникновения и развития физической науки как единого целого, как явления, занимающего определенное место в общественной жизни людей и выполняющего в ней определенную роль. Знание истории физики является неотъемлемой частью физического образования.

Рассмотрение историко-физических вопросов в вузах естественнонаучного профиля, университетах и педагогических вузах позволяет:

- проследить эволюцию важнейших идей, методов и теорий в физике с древности до конца XX в.;
- описать историю фундаментальных физических открытий и технических изобретений в неразрывной связи с историей развития общества;
- проанализировать историю ключевых открытий в современной (постнеклассической) физике (середина XX в. — начало XXI в.) и их роль в научно-техническом прогрессе;
- познакомить с биографиями выдающихся ученых-физиков, внесших основополагающий вклад в физическую науку, а также с их философскими и методологическими воззрениями.

В совокупности это способствует лучшему усвоению студентами курса физики, воспитанию уважительного отношения к науке и ее творцам, формированию у них научного мировоззрения и современного научного стиля мышления. Понимая высокую гуманитарную составляющую историко-физического материала, многие ученые занимались разработкой курсов по истории физики для вузовского обучения. К ним можно отнести курсы, разработанные как отечественными (например, П.С. Кудрявцевым, Б.И. Спасским, Я.Г. Дорфманом, В.А. Ильиным, В.П. Милантьевым), так и зарубежными (например, Ф. Розенбергером, М. Лауэ, М. Льюэи) специалистами. Как правило, учебники по истории физики содержат материал о развитии фундаментальных разделов физики, теоретических моделях, важнейших экспериментах, технических изобретениях и их авторах.

Используемые в настоящее время федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения включают в систему вузовского образования дисциплину «История и методология физики». Концептуальные отличия нового курса истории физики от его предшествующего варианта состоят в следующем.

1) При его изучении необходимо раскрыть философско-методологические вопросы физики как науки. Конечно, они, так или иначе, представлены во всех традиционных курсах истории физики. Речь, прежде всего, идет о краеугольных идеях методологической системы Аристотеля, методологических концепциях научного познания Ф. Бэкона и Р. Декарта, научном методе познания Г. Галилея, И. Ньютона, Д.К.Максвелла, схеме современного научного метода познания А. Эйнштейна.

Однако этот перечень необходимо расширить и включить в содержание курса истории физики дополнительные тематические блоки: «Философские вопросы квантовой механики», «Философские вопросы теории относительности», «Философские вопросы релятивистской космологии», «Парадигма самоорганизации. Синергетика» и «Философские аспекты фундаментальных взаимодействий в физике и их единства».

Изложение философско-методологических вопросов в курсе «История и методологии физики» может быть осуществлено несколькими способами.

- В рамках отдельных лекций, посвященных методологическим проблемам физики. Например, философские «сюжеты» можно включать в начале или в конце рассмотрения определенного исторического этапа развития этой науки (методологические вопросы классической физики, методологические вопросы неклассической физики, методологические проблемы постнеклассической физики) или ее раздела (философские аспекты квантовой механики, теории относительности и т. д.)

- При рассмотрении биографий ученых-физиков и полученных ими результатов важно обсудить также их философско-методологические концепции, например, взгляды Г. Галилея, И. Ньютона, Р. Декарта и др. на проблемы познания природы, представления И. Ньютона и А. Эйнштейна о пространстве и времени и т.п.

- При планировании семинарских занятий по истории физики рекомендуется включить в их тематику вопросы, связанные с методологическими аспектами физической науки. Это могут быть, например, отдельные семинары философско-методологической направленности: «Дискуссии А. Эйнштейна и Н. Бора о полноте квантово-механического описания», «Исторические этапы становления современной ФКМ», «Проблемы самоорганизации в физике и их методологический смысл» и др.

2) Изложение историко-методологических материалов по физике должно опираться на компетентностный подход и формировать у студентов, как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Кроме того, следует широко использовать возможности ИКТ-средств при чтении лекций, проведении семинаров и выполнении творческих работ по истории физики.

3) На наш взгляд, в курс «История и методология физики» необходимо внести дополнительные изменения. Наиболее существенным из них является включение в содержание дисциплины материала, посвященного истории современной физики. Дело в том, что современный период развития физики ознаменован тектоническими сдвигами в теоретических, прикладных и социокультурных основаниях этой науки. Объектами исследований выступают открытые, нелинейные и саморазвивающиеся системы, а также взаимосвязанные физические процессы и явления макро-, микро- и мегамира. Однако современная физика развивается настолько стремительно, что традиционная неторопливость истории, которая ее описывает, становится явным недостатком. Ведь незнание истории экспериментальных и теоретических исследований середины XX в. — начала XXI в. сокращает наши возможности в понимании развития физики как современной науки, обедняет научно-технический и социокультурный кругозор студентов — будущих ученых или педагогов.

Современная наука (в частности, физика) — чрезвычайно теоретизированная область знаний со сложным математическим аппаратом, который малодоступен даже специалисту, не говоря уж о человеке, просто интересующемся проблемами современной физики. Фактически, только историко-физический подход позволяет

познакомить его с процессами возникновения и развития физических идей, понять суть физических открытий, не прибегая к изощренным математическим выкладкам. Перед преподавателями курса истории физики встает серьезный вопрос о выборе учебных материалов по истории современной физики. Одним из возможных решений этой дидактической проблемы может стать интеграция материалов, посвященных развитию какого-либо раздела (направления) современной фундаментальной науки, в структуру традиционного курса истории физики. Сближение тематики вузовского образования и научных исследований, проводимых на кафедрах, позволяет сделать обоснованный выбор такого направления. В качестве примера рассмотрим физический факультет МПГУ. С 1959 г. в его стенах функционирует Проблемная радиофизическая лаборатория (в настоящее время — Учебно-научный радиофизический центр, научный руководитель — профессор Г.Н. Гольцман), в которой исследуются актуальные проблемы радиофизики терагерцового излучения. Естественно, что для студентов и аспирантов, связанных с лабораторией, представляет значительный интерес изучение истории развития радиофизики, научного наследия ее выдающихся творцов. Подобные историко-физические сведения оказываются востребованными будущими учеными, так как позволяют им лучше ориентироваться в выбранной области исследований.

Предлагаемый курс предназначен для студентов старших курсов, бакалавров, магистров и аспирантов физических специальностей и реализован в виде мультимедийных лекций. Из-за невозможности отразить деятельность всех ученых, внесших решающий вклад в становление радиофизики, а также рассказать обо всех открытиях в этой области, история радиофизики рассматривается в контексте самой престижной научной награды — Нобелевской премии. Проведенный анализ Нобелевских премий в области радиофизики позволил определить магистральные направления ее исследований. К их числу относятся: радиотехника, радиоспектроскопия, информационные технологии, радиоастрономия. Для каждого из этих разделов в спецкурсе рассматривается история основополагающих открытий, биографии их творцов и, что не менее важно, современный уровень исследований в этой области. Такое рассмотрение позволяет проследить эволюцию развития основных радиофизических идей.

По своей тематике спецкурс охватывает не только указанные четыре направления радиофизики, но и учитывает ее междисциплинарные связи с другими областями знания. Так, в нем рассказывается о многогранных связях радиофизики и оптики, радиофизики и медицины, радиофизики и оборонной промышленности, радиофизики и астрономии. Кроме того, помимо Нобелевских открытий в области радиофизики обсуждаются исследования, не удостоенные этой награды, но имеющие высокий научный рейтинг. В частности, в спецкурсе представлен достаточно обширный материал, посвященный истории развития советской и российской радиофизики. Подробный рассказ о спецкурсе «История радиофизики» не входит в задачу данной статьи. С его описанием, методикой проведения, тематикой лекций можно познакомиться, например в [1].

4) Еще одной характерной чертой курса «История и методология физики» должно стать изучение в историческом преломлении многогранных связей физики с другими естественными и гуманитарными науками, техникой, медициной, искусством, экономикой.

Таким образом, новации касаются как содержательной (усилен философско-методологический аспект физической науки), так и дидактической (применение

компетентностного подхода, мультимедийных технологий) сторон преподавания курса истории физики. Понимая актуальность модернизации традиционного курса истории физики (как в содержательной, так и методической части), авторами статьи подготовлен выпущенный в 2014 году издательством Юрайт учебник по истории и методологии физики для вузов [2].

1. Кудрявцев В.В. Мультимедийный курс «История радиофизики» для педагогических вузов // Матер. VII Международной научно-метод. конф. «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». Ч. 1. М.: «Школа Будущего», 2008.

2. Ильин В.А., Кудрявцев В.В., История и методология физики. — М. : Юрайт, 2014.

О КОРРЕКТНОСТИ ОПИСАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОБОЯ РАЗРЯДНОЙ ТРУБКИ В КУРСАХ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И ФИЗИКИ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Ионих Ю.З., Мещанов А.В., Шишпанов А.И., Коршунов А.Н.,
Сушенцев Д.М., Бутрис М.

Санкт-Петербург, Россия, С.-Петербургский государственный университет
y.ionikh@spbu.ru

Электрический пробой газа и возникновение разряда низкого давления (тлеющего разряда) изучается уже в школьном курсе физики [1, 2]. Достаточно детально эта тема рассматривается в университетских курсах общей физики [3, 4]. В учебных руководствах по физике газового разряда [5, 6] она является одной из центральных. Несмотря на то, что уровень сложности, объем и подробность изложения в курсах, рассчитанных на различную аудиторию, разнятся очень сильно, можно увидеть общий подход к изложению материала. Прежде всего, рассматривается таунсендовский (лавинный) механизм пробоя и зажигания самостоятельного разряда. Этот механизм предполагает наличие однородного электрического поля в предпробойной стадии, о чем авторы всегда упоминают. Таким образом, рассматривается промежуток между двумя плоскими электродами больших размеров. Затем дается описание возникающего после пробоя тлеющего разряда низкого давления, как некой базовой формы разряда. После зажигания разряда поле перестает быть однородным, даже если оно было таковым до этого момента. Неоднородность в этом случае обусловлена наличием в промежутке заряженных частиц, создающих добавочное поле. Именно с этим связано существование продольной структуры тлеющего разряда. Неоднородность поля усложняет моделирование разряда, но не влияет на рассмотрение пробоя, так как неоднородность появляется только после него.

Описанная картина дается, с разной степенью подробности, во всех руководствах. При этом в качестве иллюстрации к понятию «тлеющий разряд» обычно приводится изображение разрядной трубки в виде длинного цилиндра с электродами в противоположных концах. Именно такая геометрия разрядного промежутка ассоциируется, как правило, с картиной тлеющего разряда (тем более что в самых распространенных его приложениях – газоразрядных источниках света и электро-разрядных лазерах – используется именно такая конфигурация). Однако в этом случае, в отличие от плоско-параллельной геометрии, электрическое поле неоднородно уже до пробоя. Силовые линии поля имеют «бочкообразную» форму, так что напряженность поля E в средней части трубки может быть намного меньше, чем U/d (где U и d – разность потенциалов и расстояние между электродами). Скорость

ионизации электронным ударом резко падает с уменьшением E , поэтому распространение электронных лавин по всей длине трубки просто невозможно. Таким образом, лавинная стадия пробоя обрывается уже на начальном этапе, и лавинный механизм пробоя «длинной» разрядной трубки исключен. Это, казалось бы, очевидное утверждение; тем не менее, в явном виде такая формулировка в учебной литературе отсутствует. По сути, проблема пробоя в длинной трубке просто обходится. Описанная же выше последовательность изложения материала фактически приводит читателя к идее о том, что пробой и в этом случае реализуется «обычным», лавинным способом. (В углубленных курсах [3, 5, 6] рассматривается стримерный пробой, однако отмечается, что он реализуется только при повышенных давлениях и высоких питающих напряжениях, и исходя из этого, явно не годится для классического тлеющего разряда пониженного давления.)

Следует отметить, что низкая напряженность электрического поля в середине трубки, связанная с «бочкообразной» конфигурацией силовых линий, должна, казалось бы, препятствовать не только пробую, но и существованию самого разряда. Этот парадокс разрешается Ю.П.Райзером [5] следующим образом. Стенки разрядной трубки имеют отрицательный заряд, порожденный потоком электронов плазмы. Этот заряд создает электрическое поле, которое, суммируясь с полем источника питания, создает результирующее поле, направленное вдоль оси трубки. В итоге силовые линии концентрируются внутри трубки. Таким образом, разряд, нарушая однородность поля в продольном направлении, одновременно улучшает ее в поперечном. Эта идея, однако, не применима к пробую, так как в момент пробоя плазмы еще нет и стенки не заряжены.

Начало решения проблемы пробоя «длинных» трубок положила работа [7] (1939). Основные ее положения были через два десятилетия подтверждены и развиты в работе [8]. В этот период интерес к пробую в длинных трубках был связан с их использованием в люминесцентных лампах. Следующий всплеск интереса к этой теме обусловлен внедрением в производство ламп новой модификации – компактных. Этот этап начался в конце 80-х годов и продолжается до настоящего времени, причем используется самая совершенная экспериментальная техника [9]. Благодаря этому, в основных чертах картина пробоя выяснена.

Согласно современному представлению, пробой трубки начинается с возникновения у высоковольтного электрода волны ионизации (ВИ) и ее движения вдоль трубки ко второму электроду. Волны ионизации являются предметом многочисленных исследований – от момента их открытия (Дж.Дж.Томсон, 1893 г.) до настоящего времени. Установлено, что ВИ – это локализованная область резкого скачка потенциала, то есть высокого значения электрического поля. Скорость ее движения – от 10^5 до 10^{10} см/с. Волна может быть зарегистрирована по свечению газа, которое она возбуждает (рис. 1). Одновременно ВИ производит ионизацию газа, оставляя за собой плазму. В этой плазме уже может происходить ионизационное размножение электронов, то есть собственно пробой, который фиксируется по пику тока. Иногда наблюдают прохождение двух волн (прямой и возвратной) или даже трех, прежде чем происходит пробой. В конечном итоге, роль ВИ в пробое заключается в том, что создаваемая ею плазма втягивает силовые линии внутрь трубки, аналогично тому, как это происходит в стационарном разряде [5]. Тем самым возникают условия для процессов ионизации во всей длине трубки и для последующего формирования разряда с его структурой.

Описанная картина пробоя длинной трубки в настоящее время надежно уста-

новлена и должна быть отражена в учебниках по курсу общей физики и физики газового разряда.

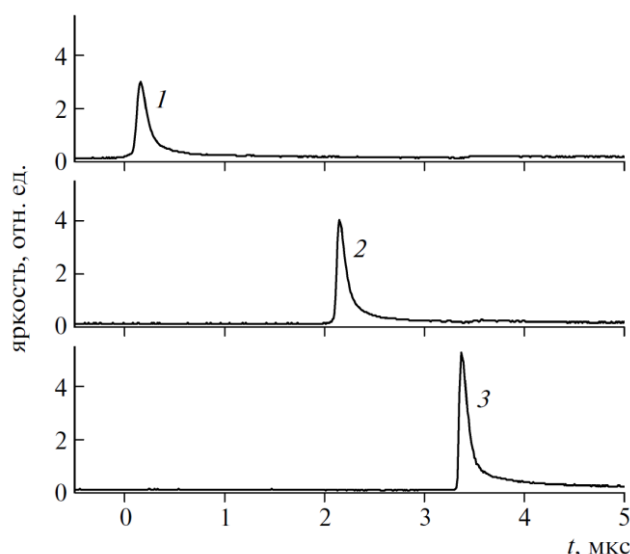


Рис. 1 [10]. Свечение, вызываемое прохождением волны ионизации перед пробоем трубки, наполненной азотом при давлении 2 Торр. Кривые 1, 2 и 3 отвечают точкам вдоль оси трубки на разном расстоянии от высоковольтного анода (соответственно 12, 20 и 28 см). Длина трубки 40 см, диаметр 3 см

Работа поддержана РФФИ, проект № 15-02-06191.

1. Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский. Физика. 10 класс. Базовый уровень. М.: Просвещение. 2014.
2. Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, Б.А.Слободская. Физика. Электродинамика. 10 – 11 классы. Профильный уровень. М.: Дрофа. 2010.
3. С.Г.Калашников. Электричество. М.: Физматлит. 2004.
4. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т.3. Электричество. М.: Физматлит. 2009.
5. Ю.П.Райзер. Физика газового разряда. М.: Наука. 1992.
6. А.А.Кудрявцев, А.С.Смирнов, Л.Д.Цендин. Физика тлеющего разряда. СПб.: Лань. 2010.
7. W.Bartholomeyczuk. Ann. Phys. 1939. V. 36. P. 485.
8. Недоспасов А.В., Новик А.Е. ЖТФ. 1960. Т. 30. С. 1329.
9. M.F.Gendre, M.Haverlag, G.M.W.Kroesen. J. Phys. D: Appl. Phys. 2010. V. 43. 234004.
10. Н.А. Дятко, Ю.З. Ионих, А.В.Мещанов, А.П.Напартович, А.И.Шишпанов. Физика плазмы. 2011. Т. 37. С. 544.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ЛАЗЕРЫ НА ОСНОВЕ ВЫНУЖДЕННОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Казак А.А., Толстик А.Л.

Минск, Республика Беларусь, Белорусский государственный университет

kazakAA@bsu.by

В настоящее время научно-исследовательская работа студентов и магистрантов является неотъемлемой составляющей подготовки квалифицированных специалистов, которые в полной мере должны владеть современными методами научных исследований с использованием высокотехнологичного оборудования, позволяющего реализовать выполнение фундаментальных и прикладных научных исследований. Широкое применение лазерно-оптических систем и технологий во

многих областях науки и техники, ориентация выпускников ВУЗов на использование новых прогрессивных технологий определяют необходимость качественной подготовки специалистов по лазерной физике и нелинейной оптике. Сейчас курс лазерной физики входит в программу многих классических и технических университетов. Интерес к лазерным системам связан как с важными практическими применениями, так и с возможностью исследования фундаментальных процессов взаимодействия мощного, монохроматического излучения с веществом [1].

В данной работе представлен перестраиваемый лазер на основе вынужденного комбинационного рассеяния, разработанный в качестве одного из модулей научно-учебного лазерного комплекса, позволяющего обучать студентов ВУЗов современным методам управления спектральными характеристиками лазерной генерации и основам конструирования лазерных систем с перестраиваемой по частоте генерацией.

Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) используется в нелинейной оптике для преобразования частоты излучения традиционных лазеров. ВКР представляет собой неупругое рассеяние света на внутримолекулярных колебания среды и является вынужденным аналогом спонтанного комбинационного рассеяния (СКР). Причиной СКР являются хаотические тепловые флуктуации той части электронной поляризуемости молекулы, которая меняется с характерной частотой молекулярных колебаний. В частности, если поле падающего на среду излучения, принадлежащего видимой или инфракрасной области спектра, взаимодействует с молекулой, то индуцируется электрический дипольный момент p . Если частота излучения лежит значительно выше частот колебательных резонансов, но ниже частот электронных резонансов, дипольный момент прямо пропорционален электрическому полю, а при переизлучении энергии происходит появление двух новых спектральных линий. Линии смещены на величину, соответствующую частоте молекулярных колебаний ω_R . Линия излучения более низкой частоты $\omega - \omega_R$ называется стоксовой компонентой, линия более высокой частоты $\omega + \omega_R$ – антистоксовой.

Простейшим способом осуществления ВКР-преобразования лазерного излучения является помещением на пути луча лазера ВКР-активного элемента [2], однако наилучшие результаты ВКР-преобразования достигаются при помещении ВКР-активного кристалла в оптический резонатор. На основе проведенного анализа технических решений ВКР лазеров был разработан перестраиваемый ВКР – лазер, удобный для использования его в учебном процессе. Схема лазера представлена на рис. 1, где 1 – кристалл $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$; 2 – входное зеркало ВКР-лазера; 3 – выходное зеркало; 4, 5 – линзы, образующие телескоп; 8, 9 – пластинки $\lambda/2$; 10 – поляризатор; 11 – лазер накачки: Nd:YAG лазер (вторая гармоника).

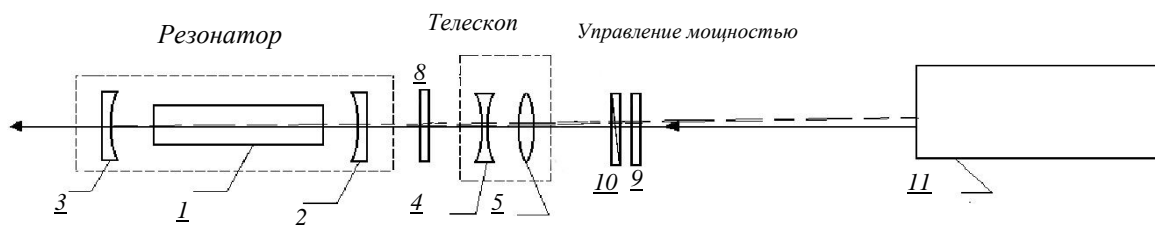


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. ВКР-лазер

Входное зеркало резонатора выбрано прозрачным для излучения накачки и полностью отражающим генерируемое излучение стоксовой компоненты. Выходное зеркало напротив выполняется полупрозрачным для вывода ВКР-излучения во внешнее пространство. В качестве ВКР – активной среды в работе используется кристалл калий-гадолиниевого вольфрамата $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$, позволяющий получать достаточно большое количество стоксовых компонент в зависимости от ориентации кристалла. В зависимости от выбранного направления кристаллических колебаний частотный сдвиг может составлять 901 см^{-1} или 767 см^{-1} . Оригинальной идеей является изменение ориентации поляризации излучения накачки относительно оси оптической индикатрисы кристалла не за счет поворота кристалла, а путем поворота плоскости поляризации излучения накачки с использованием полуволновой пластинки. При этом юстировка лазера остается неизменной, что особенно важно при проведении лабораторных работ учащимися.

На рисунке 2 представлена фотография ВКР - модуля лазерного комплекса.

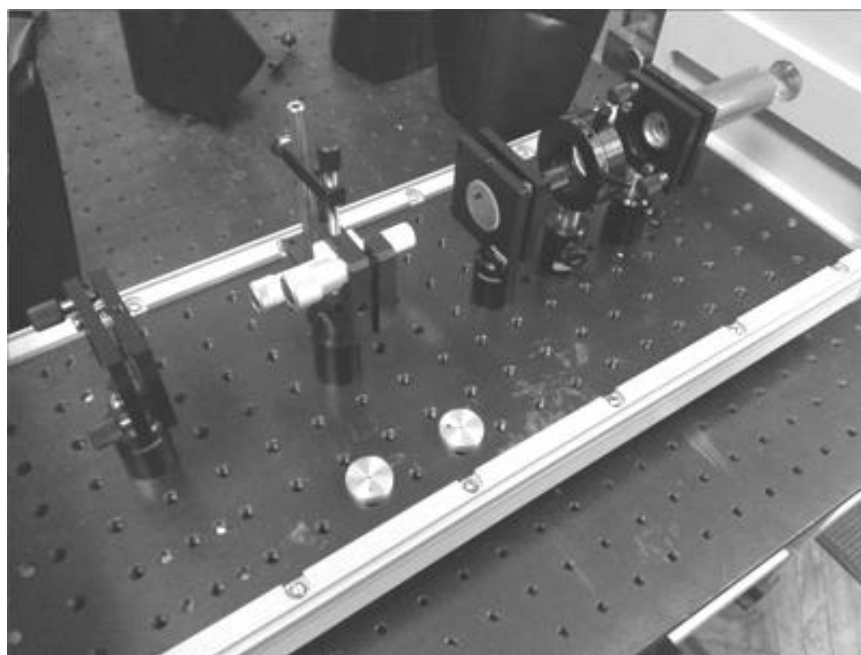


Рис. 2. Фотография ВКР-лазера.

Оптимизация схемы эксперимента и подбор спектральной зависимости коэффициента отражения зеркал позволили студентам получить генерацию на целом наборе длин волн видимого диапазона: 558,8, 588,4, 621,3 и 658.2 нм при поляризации накачки параллельной оси кристалла и 554.6, 579.3 и 606.2 нм при ортогональной поляризации. Сказанное иллюстрируется на рисунках 3а и 3б соответственно, на которых представлен спектр генерации ВКР-лазера в условиях возбуждения двух ортогональных колебаний кристаллической решетки. Необходимо отметить, что при промежуточной ориентации поляризации накачки появляется уникальная возможность возбуждения обоих колебаний и получения генерации одновременно на всех указанных выше длинах волн (рис.3в).

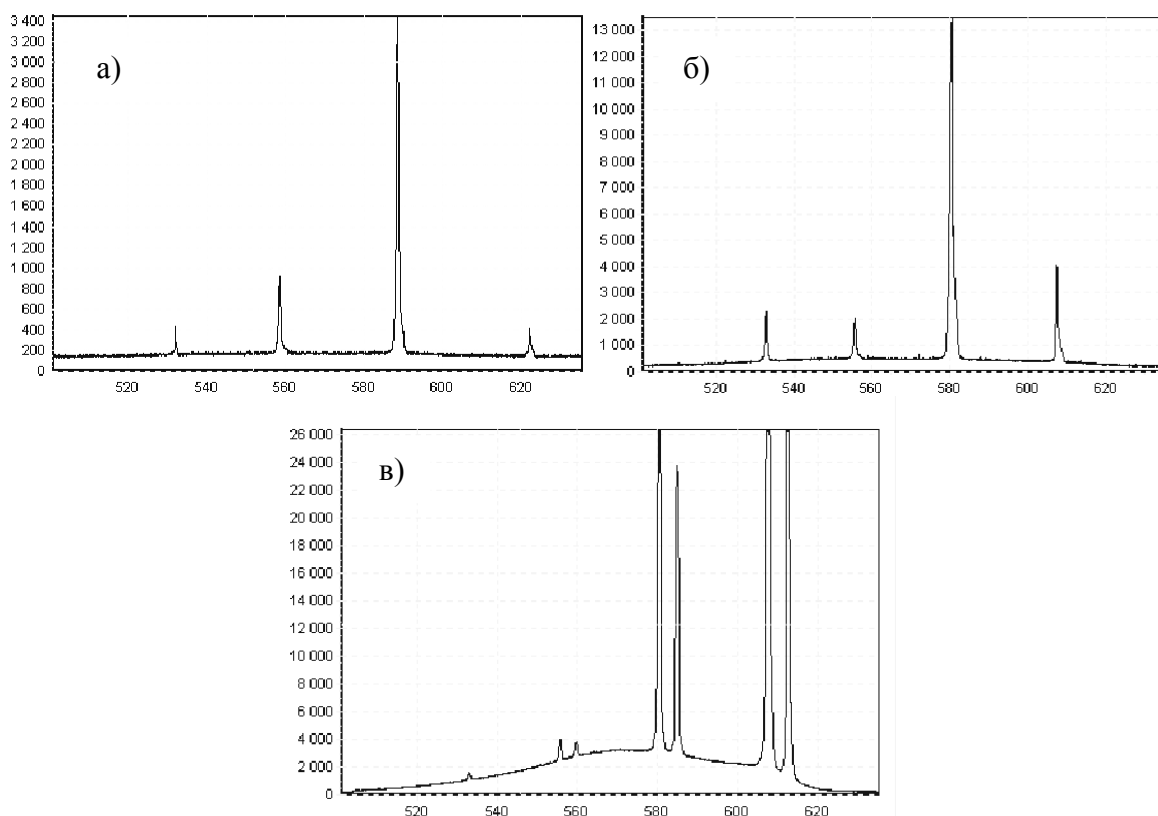


Рис. 3. Спектр генерации ВКР-лазера

Таким образом, созданный лазер может служить базой для проведения как лабораторных работ студентами ВУЗов, так и научных исследований. Студенты старших курсов могут изучить принципы вынужденного комбинационного рассеяния, получить навыки юстировки ВКР-лазера; исследовать энергетические и спектральные характеристики ВКР-преобразователя на основе кристалла $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$. На основе разработанного ВКР-лазера и перестраиваемых лазеров на красителях (как с дисперсионным резонатором, так и с распределенной обратной связью) поставлен лабораторный практикум по перестраиваемым по частоте лазерам. Лабораторный комплекс внедрен в учебный процесс на кафедре лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета.

1. А.Л. Толстик Лабораторный комплекс по лазерной физике, нелинейной и когерентной оптике / Материалы X международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». Астрахань. 2008. с.42.

2. А.И.Кицак, Е.А.Мельникова, А.Л.Толстик. Оптоволокно как эффективная нелинейная среда для излучения явления вынужденного комбинационного рассеяния света / Материалы XI международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». Минск. 2010, с.252-253.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИКИ В УНИВЕРСИТЕТСКОМ КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Клавсюк А. Л., Никанорова Е. А., Слепков А. И., Салецкий А. М.
Москва, РФ, МГУ им. М. В. Ломоносова
klavsyuk@physics.msu.ru

Раздел «Механика» является первой частью курса общей физики, преподаваемого на физическом факультете МГУ в течение первых двух лет обучения. Преподавание общей физики проводится по трем направлениям: лекции, семинарские занятия и общий физический практикум. Общение преподавателей со студентами, и оценка уровня их подготовки происходит на семинарах и в лабораториях общего физического практикума, что повышает требования к проведению данных видов занятий.

Коллективом преподавателей кафедры общей физики физического факультета МГУ написано три учебных пособия, посвященных практическому изучению механики в курсе общей физики: разработка семинарских занятий по механике для преподавателей [1], методика решения задач механики [2] и лабораторный практикум по механике [3,4], предназначенные для студентов первого курса.

Для установления единого уровня сложности задач и широты охвата материала на семинарах служит пособие «Разработка семинарских занятий» [1]. В данном пособии описаны основные принципы проведения семинара. Рассматривается порядок подачи учебного материала, включающий проверку теоретической подготовки студента, обсуждение метода решения задачи, анализ физического смысла результата, разбор характерных ошибок. Разработка семинаров предназначена для преподавателей, ведущих занятия по курсу общей физики со студентами физических специальностей высших учебных заведений. Материал разработки подобран таким образом, чтобы помочь преподавателю проводить семинары, затрагивая все наиболее важные вопросы по рассматриваемой теме. Для этого содержание каждого семинара разбито на четыре части: теоретические вопросы, задачи с решениями, короткие задачи, задачи для самостоятельного решения.

Преподаватели первого курса вынуждены ориентироваться на среднего студента, и не имеют возможности рассматривать на семинарах задачи повышенной сложности. Поэтому возрастает роль методических пособий, ориентированных на самостоятельную работу студентов. Целью методического пособия [2] по решению задач механики для студентов первого курса является изложение основных методов решения задач различных типов. Это дает возможность сильным студентам не ограничиваться задачами среднего уровня, разбираемыми на семинарских занятиях, а ознакомиться с решением задач повышенной сложности, а так же дать основные теоретические сведения по каждой теме, необходимые при решении задач. Новизна методического пособия заключается также в сравнении различных методов решения конкретной задачи и демонстрации преимуществ одного из предложенных методов перед другими. Особое внимание уделяется выбору моделей материальных объектов и явлений на начальном этапе решения задачи.

Развитие навыков эксперимента и анализа его результатов происходит в процессе занятий студентов в общем физическом практикуме. Учебное пособие «Лабораторный практикум по механике» [3,4] содержит описания лабораторных работ раздела «Механика» практикума по общей физике физического факультета. Подбор лабораторных работ соответствует программе курса общей физики и является

логическим продолжением теоретического курса, читаемого на физическом факультете МГУ. Материалы пособия «Лабораторный практикум по механике» [3,4] предназначены для самостоятельной подготовки студентов к выполнению работ. В связи с этим в пособии имеется как общее теоретическое введение, так и более подробное изложение теории к каждой лабораторной работе. В каждой работе сформулированы цель и идея эксперимента, дано описание установки и подробное изложение последовательности проведения эксперимента и обработки результатов. В каждой части пособия описания лабораторных работ объединены в главы и имеют общее теоретическое введение. В процессе домашней подготовки к выполнению работы в общем физическом практикуме студент должен ознакомиться не только с описанием конкретной лабораторной работы, но и с теоретическим материалом, изложенным во введении к главе. В конце каждой главы приведен список литературы, позволяющий более глубоко ознакомиться с теоретическим материалом, изучаемым в работе. Раздел «Механика» курса общей физики является первым, изучаемым студентами первого курса в первом семестре. Вчерашние школьники уже в самом начале обучения на физическом факультете сталкиваются с необходимостью самостоятельного выполнения практической работы и обработки результатов эксперимента. Поэтому мы считаем важным в описании каждой лабораторной работы подробно описывать не только порядок выполнения эксперимента, но и, например, приводить формы таблиц для занесения экспериментальных данных. Поскольку курс лекций о математической обработке результатов физического эксперимента читается студентам в течение всего первого семестра, и студенты еще не успели изучить методы обработки, то необходимым является также давать подробные сведения об оценках погрешностей в описании каждой лабораторной работы.

Все пособия [1-4] были изданы по главам небольшими тиражами и прошли апробацию в течение двух лет на первом курсе физического факультета МГУ. В результате было сделано большое число важных замечаний, позволивших значительно улучшить окончательный вид пособий.

1. Разработка семинарских занятий. Механика. Учебное пособие / Т. А. Бушина, М. А. Комарова, Е. А. Никанорова, В. С. Русаков, А. И. Слепков, Н. И. Чистякова. М.: Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2014. – 763 с.

2. Методика решения задач. Механика. Учебное пособие / В. С. Русаков, А. И. Слепков, Е. А. Никанорова, Н. И. Чистякова. М.: Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2010. – 366 с.

3. Лабораторный практикум по механике. Часть I. Учебное пособие / А. Л. Клавсюк, Е. А. Никанорова, А. М. Салецкий, А. И. Слепков. – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2014, 215 с.

4. Лабораторный практикум по механике. Часть II. Учебное пособие / А. Л. Клавсюк, Е. А. Никанорова, А. М. Салецкий, А. И. Слепков. – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2014, 65 с.

О ВЛИЯНИИ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА ОТСЧЁТА» НА ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ТЕОРИИ

Коновалов В.В.

Пермь, Россия, Министерство финансов Пермского края

kvvperm43@mail.ru

Понятия «система отсчёта» и «инерциальная система отсчёта» играют в физике важную научно-методологическую роль. Они взаимосвязаны с понятиями пространства, времени, телесного объекта и движения, и непосредственно влияют на физический смысл законов физики и задач, сформулированных на их базе. Вместе с тем применение этих понятий в физических исследованиях, по меньшей мере, некорректно, что негативно влияет на обоснованность выводов соответствующих физических теорий.

Так, в физике без необходимого обоснования вводят в рассмотрение движущиеся и ускоренно движущиеся системы отсчёта. Полагают, что если существует некоторая инерциальная система отсчёта (ИСО), то по отношению к ней может существовать бесчисленное множество разных (движущихся) ИСО. Но корректно ли называть систему отсчёта движущейся? Ведь признак неподвижности определяет сущность системы отсчёта, и, следовательно, «запрещает» называть её движущейся. Называя систему отсчёта движущейся, одновременно наделяют её взаимно исключаящими признаками: «неподвижная» и «движущаяся», нарушая логический закон противоречия. *Поэтому, если систему отсчёта рассматривать как движущийся объект, то необходимо снять с неё статус «системы отсчёта», и называть её движущимся телом.* В противном случае физический смысл теоретических выводов с применением понятия движущейся системы отсчёта будет искажён.

В качестве примера негативного влияния понятия «движущейся системы отсчёта» на смысл теоретических выводов приведём один из фрагментов рассуждения Эйнштейна о системах отсчёта:

«В классической физике нет никакого абсолютного прямолинейного и равномерного движения. Если две системы координат движутся прямолинейно и равномерно друг относительно друга, то нет никаких оснований говорить: «Эта система покоится, а другая движется». [1, С. 297.]

Очевидно, что исходным в этих суждениях Эйнштейна является логически противоречивый тезис об одновременном сосуществовании двух движущихся по отношению друг к другу систем отсчёта (систем координат). Действительно, под системой отсчёта в физике понимают совокупность системы координат и часов, связанных с телом (телом отсчёта), по отношению к которому изучается движение каких-либо других материальных точек или тел [2, С. 535.]. В соответствии с этим определением критерием отличия движущегося тела от системы отсчёта является факт его движения по отношению к ней. Т.е. факты относительного движения всегда принадлежат телам, а не системам отсчёта. Движется по отношению к системе отсчёта, - значит, движущееся тело! Система отсчёта, - значит, покоится относительно самой себя! Поэтому в классической механике, вопреки мнению Эйнштейна, есть все основания сказать, что система отсчёта всегда покоится, пока не будет изменён её статус. По отношению к ней движутся только тела или другие материальные объекты.

Рассмотрим пример. Пусть по отношению к Солнцу как системе отсчёта движется Земля, вокруг которой вращается международная космическая станция

(МКС). Спрашивается, можно ли считать Землю движущейся системой отсчёта? Нет, - нельзя, поскольку по отношению к Солнцу как системе отсчёта Земля и МКС являются движущимися телами. Если же Землю считать движущейся системой отсчёта, то по отношению к ней движущимся телом становится не только МКС, но и Солнце, что будет противоречить начальному условию данного примера. Т.е. факт движения по отношению к Солнцу принадлежит Земле как телу, а не как системе отсчёта. В качестве системы отсчёта Земля неподвижна.

С телом, движущимся по отношению к какой-нибудь системе отсчёта, могут быть связаны те или иные системы координат и часы, но это тело нельзя называть движущейся или относительной системой отсчёта. Это касается и ИСО. Поэтому, если называть вещи своими именами, то движущуюся ИСО целесообразно называть инерциально движущимся телом (ИДТ). Аналогично, ускоренную и вращающуюся системы отсчёта также более корректно называть ускоренно движущимся или вращающимся телом. Нелогичность этих понятий заметил ещё В.А. Фок, назвав ускоренно движущуюся систему отсчёта понятием, трудно поддающимся определению [3, С. 11.].

Наряду с понятием движущейся системы отсчёта, столь же некорректным является широко распространённое представление об ИСО как системе отсчёта, в которой выполняется закон инерции. При таком понимании сущности ИСО получается, что формулировка закона инерции предшествует определению понятия ИСО, хотя в действительности всё обстоит как раз наоборот: понятие ИСО предшествует формулировке законов механики, включая и закон инерции. *Поэтому более логично считать, что ИСО, - это идеализированная система отсчёта, предполагающая отсутствие любых действующих на неё внешних сил в неограниченно окружающем её пространстве.*

Что означает главное условие «отсутствие действующих внешних сил», определяющее сущность ИСО? Оно означает, что в ИСО не рассматривают (условно считают несуществующими) источники этих сил: атмосферу, гравитационное, электромагнитное и другие физические поля, включая эфир. Т.е. в ИСО пространство пустое, полная темнота, координаты событий воображаемые, рассмотрение световых сигналов (носителей внешних сил) для измерения координат событий запрещено! Благодаря таким идеализированным начальным условиям законы механики имеют простейший вид. В других условиях будет другим и вид законов механики.

Таким образом, отсутствие внешних сил, действующих в ИСО, фактически означает запрет на формулировку в ИСО уравнений Максвелла, уравнения распространения фронта световой волны, закона распространения света (второго постулата специальной теории относительности (СТО)), а значит, и самой СТО. Для их формулировки вместо механической ИСО нужна другая система отсчёта, - электромагнитная ИСО (ЭИСО), в которой существует электромагнитное (световое) поле и возможность рассмотрения световых сигналов для измерений координат и моментов времени события.

Если отказаться от понятия движущейся системы отсчёта, то преобразования Галилея становятся преобразованиями координат между ИСО и соответствующим ИДТ, а геометрические свойства пространства окружающего ИСО соответствуют геометрии Евклида. В свою очередь, преобразования Лоренца становятся преобразованиями координат между ЭИСО и ИДТ, находящимися в пространстве с электромагнитным полем. В этом пространстве, геометрические свойства которого со-

ответствуют геометрии Минковского, справедлива СТО [4, С.494.].

Очевидно, что с математической точки зрения замена термина «движущаяся система отсчёта» на более корректный термин «движущееся тело» или ИДТ практически ничего не меняет. С физической же точки зрения преобразования координат в этом случае меняют смысл и позволяют по известным координатам события в данной ИСО вычислить его координаты по отношению к ИДТ. *Следовательно, преобразования координат получают физический смысл условия обмена системы отсчёта и движущегося тела ролями.* При этом обмен ИСО и ИДТ ролями не зависит от того, где находится наблюдатель, в ИСО или связан с ИДТ. Статус ИСО присваивается данному ИДТ всякий раз, когда по отношению к нему производят реальное или виртуальное измерение координат события.

Например, в частном случае совпадения оси x , связанной с ИСО и оси x' , связанной с ИДТ преобразование Лоренца для координаты x' будет иметь вид:

$$x' = (x - vt) / \sqrt{1 - v^2 / c^2},$$

где v – скорость движения ИДТ относительно ИСО; c – скорость света в пустоте.

В приведённом преобразовании координата x является известной, т.е. измеренной по отношению к ИСО, а координата x' является неизвестной, т.е. вычисляемой с помощью преобразования по отношению к ИДТ.

Заметим, что измерение координат какого-нибудь события возможно и по отношению к нескольким разным ИДТ. В этом случае всем таким ИДТ логично присвоить статус автономных (покоящихся) ИСО, т.е. ИСО, не связанных между собой преобразованиями координат.

С учётом отказа от понятия движущейся ИСО релятивистский вывод об уменьшении размеров тел и промежутков времени в движущейся ИСО будет утверждать, что вычисляемые по отношению к ИДТ размеры тел и промежутки времени сокращаются по сравнению с размерами этих же тел и промежутков времени, измеренными в ИСО. Причём, это сокращение размеров тел и промежутков времени не существует для наблюдателя, движущегося вместе с ИДТ, и существует для наблюдателя, не движущегося вместе с телом.

Анализируя эту проблему, В.А. Фок писал: «Иногда говорят, что в движущейся системе время идёт медленнее, чем в неподвижной. Такая формулировка, однако, неправильна, так как, на основании принципа относительности, всегда можно поменять ролями движущуюся и неподвижную систему, и тогда получилось бы противоречие». И далее: «Возвращаясь к физической стороне дела, можно сказать, что в данной задаче речь идёт не о «ходе времени» в разных системах отсчёта, а об описании хода некоторого локализованного процесса в разных системах отсчёта» [3, С. 63.].

Очевидно, что если движущихся (разных) систем отсчёта не существует, то в предложенной В.А. Фоком интерпретации релятивистских эффектов речь должна идти о различиях в описании хода некоторого процесса в ИСО и по отношению к ИДТ.

Поскольку ЭИСО в СТО отличается от ИСО в классической механике наличием электромагнитного поля, то и принцип относительности должен выполняться в этих системах отсчёта по отдельности в каждой. Именно поэтому законы Ньютона инвариантны по отношению к преобразованиям Галилея, а уравнения Максвелла, - по отношению к преобразованиям Лоренца. Релятивистскую механику следует рассматривать как формулировку законов классической механики в условиях ЭИСО.

Рассмотренные вопросы не исчерпывают всех проблем применения понятия системы отсчёта в физических исследованиях [5, С. 143-160]. Но они больше других влияют на физический смысл теории. Поэтому их анализ и решение выявленных проблем являются актуальной задачей.

1. Эйнштейн А. Поле и относительность в сборнике «Физика и реальность», М., Издательство Наука, 1965.
2. Физическая энциклопедия. – Т. 4. – М.; Большая Российская энциклопедия, 1994.
3. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. – Изд. 3-е, М.; Издательство ЛКИ, 2007.
4. Физическая энциклопедия. – Т. 3. – М.; Большая Российская энциклопедия, 1992.
5. Коновалов В.В. Проблемы применения систем отсчёта в физике. Труды Международного Конгресса-2014 «Фундаментальные проблемы естествознания и техники». Том 36-2. СПб.; тип. СПбГУГА, 2014.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Коробкова С.А.

Волгоград, Россия, Волгоградский государственный медицинский университет
korobkovasa@mail.ru

Физика, преподаваемая в медицинском вузе, ориентирована на решение образовательных задач, достигаемых средствами лабораторного эксперимента. Физический эксперимент служит основой познания явлений и отвечает одному из основных принципов – наглядности обучения, а также позволяет связать преподавание физики с жизнью, с подготовкой обучаемых к их будущей профессиональной деятельности [3].

Существуют разнообразные методы и приемы обучения физике студентов на лабораторных занятиях, но, как правило, все они сводятся к традиционной общепринятой методике организации и проведения учебного физического эксперимента:

- знакомству студентов с инструкцией лабораторной работы;
- получению допуска к выполнению учебного физического эксперимента;
- заполнению протокола лабораторной работы с соответствующими расчетами, графическими зависимостями и выводами;
- представлению отчета в письменной и устной форме [2].

При обучении иностранных студентов медицинского вуза средствами лабораторного физического эксперимента возникает ряд проблем, которые побуждают преподавателя физики к применению отдельных методических приемов для эффективной учебной деятельности иностранных студентов на лабораторных занятиях по физике. К таким проблемам нами отнесены: языковые барьеры, включая лингвосоциокультурную компетенцию [1] преподавателя физики; особенности межкультурной коммуникации между преподавателем и иностранными студентами [4] (умение преподавателя доносить до студентов-иностранцев информацию в неискаженном формате); этнокультурные особенности иностранных студентов, связанные с поведением и взаимодействием с преподавателем на лабораторных занятиях по физике и др.

Для решения обозначенных выше проблем нами используются методические приемы, направленные на адаптацию содержания изучаемого физического мате-

риала и процесса выполнения иностранными студентами учебного физического эксперимента в ходе лабораторного занятия. Данные приемы рассчитаны на совместную работу преподавателя и студентов, а также на адаптацию преподавателем лабораторно-практического содержания, с которым иностранные студенты встречаются при выполнении лабораторных работ. К числу методических приемов по адаптации лабораторно-практического содержания физического эксперимента нами отнесены:

- введение в лекционный курс 10-минутного блока (как правило, в конце лекционного занятия), который позволяет преподавателю физики объяснить иностранным студентам, при выполнении каких лабораторных работ они столкнутся с экспериментальной проверкой физических законов, явлений, параметров. Например, в конце лекции о механических волнах, внимание иностранных студентов акцентируется на том, что им предстоит изучать действие ультразвука на вещество при выполнении лабораторной работы. В связи с чем, им необходимо разобраться с такими физическими явлениями как прямой и обратный пьезоэлектрический эффект и определить, какой из этих эффектов лежит в основе генерации ультразвука. Обобщая материал лекции, иностранные студенты совместно с преподавателем физики еще раз повторяют основные параметры механической волны (частота, скорость распространения, длина волны, интенсивность) и способы их расчета.

- ведение физического словарика в билингвальном режиме (русский – английский) и в отдельных случаях с добавлением физической терминологии на родном для иностранного студента языке (например, русский – английский – арабский или русский – английский – малайский и т.д.), что позволяет снизить сложность учебного материала по физике для понимания и усвоения иностранными студентами. Например, в физическом словарике студента из Малайзии можно встретить следующий набор физических терминов: скорость – speed / rate / velocity – kelajuan; ускорение – acceleration – pecutan; логарифмический декремент затухания – logarithmic decrement - penurunan logaritma redaman и т.д.

- использование инструктивной ролевой карты, на основе которой иностранные студенты отрабатывают свои действия до начала выполнения лабораторной работы (Табл. 1).

Таблица 1. Пример инструктивной ролевой карты в общем виде

Этапы предварительной работы	Инструкция выполнения предварительной работы:
Повторение техники безопасности	Студент 1 – проинструктировать своего напарника (напарницу) без участия преподавателя; Студент 2 – проинструктировать своего напарника (напарницу) с участием преподавателя; Примечание: по желанию студентов поменяться ролями. Преподаватель – проверить знания техники безопасности и совместно со студентами проговорить правила включения и выключения лабораторной установки или прибора.
Работа с панелью прибора (или схемой лабораторной установки)	Студент 1 – объяснить назначение каждого тумблера на панели прибора; Студент 2 – дать названия ко всем органам управления на приборной панели. По требованию преподавателя указать цену деления соответствующих приборов и единиц измерения физических величин. Преподаватель – в случае затруднений у иностранных студентов подсказать, уточнить и направить ход рассуждений студентов.

Пошаговая обработка хода лабораторной работы	С непосредственным участием преподавателя	С участием студентов, ранее выполнивших лабораторную работу	Самостоятельно
	Преподаватель задает вопросы о ходе выполнения работы, студенты отвечают (в устной форме).	«Взаимопомощь» по принципу студенты инструктируют студентов с одобрения преподавателя, который оценил высокий уровень самостоятельности иностранных студентов (выступающих в качестве инструкторов) при выполнении лабораторной работы на предыдущем занятии.	Студенты в паре повторяют ход работы и поочередно пересказывают друг другу шаги выполнения лабораторной работы. Преподаватель в данном случае выступает сторонним наблюдателем.

Другие методические приемы связаны с организацией учебной деятельности иностранных студентов при выполнении лабораторных работ по физике. Они предполагают этапное выполнение иностранными студентами аудиторной самостоятельной работы с включением педагогического сопровождения данного вида учебной деятельности по мере необходимости. (Табл. 2).

Таблица 2. Методические приемы организации учебного физического эксперимента

Фронтальные лабораторные работы в группах по 5 студентов	Лабораторный практикум в малых группах по 2 студента
1. Демонстрация преподавателем основных этапов предстоящего учебного эксперимента.	1. Самостоятельное изучение иностранными студентами руководства к лабораторной работе.
2. Лидер группы, выбранный группой иностранных студентов, снимает экспериментальные показания, остальные производят соответствующие записи в рабочих тетрадях.	2. Получение допуска к выполнению работы на экспериментальной установке на основе использования инструктивной ролевой карты.
3. Обработка экспериментальных данных. Вывод по работе.	3. Выполнение лабораторной работы под контролем преподавателя.
4. «Мозговой штурм» при работе над контрольными вопросами к лабораторной работе.	4. Заполнение протокола лабораторной работы с соответствующими расчетами. Вывод по работе.
5. Фронтальная дискуссия – отчет теории по результатам проделанной лабораторной работы (как правило, в устной форме).	5. Письменный / устный или программированный отчет по результатам выполнения лабораторной работы. Или комбинированный отчет.

И первый, и второй методические приемы обучения физике иностранных студентов медицинского вуза на лабораторных занятиях предполагают активную педагогическую деятельность, основанную на учете индивидуальных особенностей иностранных студентов. Данная педагогическая деятельность заключается: в дифференцированном подборе преподавателем заданий и / или задач по физике с учетом интересов и познавательных потребностей иностранных студентов; определении оптимальных для иностранных студентов форм отчета теории по результатам

выполнения лабораторной работы; управлении деятельностью иностранных студентов при выполнении учебного физического эксперимента.

1. Барышникова С.Н. Формирование коммуникативной компетенции в системе обучения иноязычной речевой деятельности студентов медицинских вузов: Автореф. дис. канд. пед. наук. – Саратов, 2005. – 24 с.

2. Данильчук В.И., Коврижных Д.В. Лабораторный практикум по физике с применением языка-посредника в условиях гуманитаризации физического образования. / В.И. Данильчук, Д.В. Коврижных // Физическое образование в ВУЗах. 2009. Т. 15. № 2. – С. 72-78.

3. Петрова, Е.Б. Роль учебного эксперимента при профильном обучении / Е.Б. Петрова // Физика в школе. – 2009. – № 6. – С. 38-44.

4. Тер-Минасова С.Г. Язык и межкультурная коммуникация. М.: Изд-во СЛОВО, 2008. – 264 с.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТУННЕЛЬНЫХ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТА ЗОНДА АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА К ПОВЕРХНОСТИ КВАНТОВОЙ ТОЧКИ В КУРСЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Кревчик В.Д.¹, Семенов М.Б.¹, Зайцев Р.В.¹, Кревчик П.В.¹,
Скоросова И.С.¹, Арынгазин А.К.²

¹Пенза, Россия, Пензенский государственный университет

²Астана, Казахстан, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
physics@pnzgu.ru

В курсе полупроводниковой наноэлектроники актуальна модель 1D – диссипативного туннелирования для интерпретации обнаруженных на эксперименте особенностей туннельных вольт-амперных характеристик контакта зонда атомно-силового микроскопа к поверхности квантовой точки (КТ). Методы сканирующей зондовой микроскопии, в том числе сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) и атомно - силовой микроскопии (АСМ) широко применяются для исследования морфологии, атомной структуры и энергетического спектра квантоворазмерных полупроводниковых структур [1-3]. Необходимо отметить, что особенности наблюдаемых туннельных ВАХ обычно интерпретируются в рамках модели резонансного туннелирования.

В курсе полупроводниковой наноэлектроники предлагается провести качественное сравнение теоретической кривой зависимости вероятности 1D – туннелирования от напряженности внешнего электрического поля с экспериментальной ВАХ контакта АСМ зонда к поверхности квантовой точки (КТ). Поверхностные КТ имели высоту $h = 5 \div 6$ нм. Заметим, что латеральные размеры КТ могут значительно превышать ожидаемые для КТ, имеющих форму четырехгранной пирамиды, ограниченной плоскостями (101) для указанных значений h (10 \div 12 нм), что связано с эффектом конволюции вследствие конечных размеров радиуса кривизны острия используемых АСМ зондов $R_p \approx 35$ нм.

На туннельных спектрах КТ видны пики, связанные с туннелированием электронов из заполненных электронных состояний под уровнем Ферми в материале покрытия АСМ зонда W_2C на размерно-квантованные уровни в КТ. При интерпретации туннельных спектров КТ следует учитывать, что эксперименты проводятся при комнатной температуре, следовательно, в данных условиях возможны процессы туннелирования электронов с поглощением или испусканием фононов. Ранее

при интерпретации туннельных спектров КТ InAs/GaAs(001) данный фактор не учитывался.

В то же время, известно, что в GaAs существуют два вида оптических фононов: поперечные (ТО) с энергий $\hbar\Omega \approx 34$ мэВ и продольные (ЛО) с $\hbar\Omega \approx 38$ мэВ. Данное обстоятельство обуславливает целесообразность рассмотрения двух локальных фононных мод широкозонной матрицы в режиме слабой диссипации.

В курсе показан расчет вероятности $1D$ – диссипативного туннелирования в модельном двухъямном осцилляторном потенциале с учетом влияния двух промо-тирующих локальных фононных мод широкозонной матрицы в условиях внешнего электрического поля при конечной температуре. Рассмотрены как осциллирующий режим туннельного переноса в пределе слабой диссипации, так и неосциллирующий. Диссипативный режим туннелирования в пределе слабой диссипации, вероятно, может быть характерен для вырожденных полупроводников наряду с распространённым механизмом резонансного туннелирования. Именно осциллирующий режим диссипативного туннельного переноса нерезонансной природы позволил теоретически выявить хорошее качественное согласие с имеющимися экспериментальными данными, что важно в учебном курсе для демонстрации универсальности применения и продуктивности науки о диссипативном туннелировании.

1. Арынгазин А.К., Жуковский В.Ч., Кревчик В.Д. и др. Введение в современную мезоскопию. Пенза, 2003.
2. Transfer processes in low-dimensional systems: Сб. статей; Под ред. А.К. Арынгазина, В.Д. Кревчика, М.Б. Семенова, К. Yamamoto. UT Research Institute Press, Tokyo, Japan, 2005.
3. Управляемое диссипативное туннелирование. Туннельный транспорт в низкоразмерных системах (под редакцией Э. Леггета, А.К. Арынгазина, М.Б. Семенова, В.Д. Кревчика, Ю.Н. Овчинникова, К. Ямамото и др.). Физматлит. М.: 2011-2012.

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИДАКТИКИ. К ВОПРОСУ ИНТЕРПРЕТАЦИИ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Крюков Н.А., Крюкова Т.В.

Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный университет
nkryukov@yandex.ru

Важнейшие функции, лежащие в основе конструкции всех инструментов, относятся к операциям сравнения и процессам измерения. Фундаментальное понятие[1]: “Измерение – последовательность экспериментальных и вычислительных операций ... Измерение завершается определением степени приближения найденного значения к истинному значению величины (если об этом не имеется априорной информации)”, – не указывает, когда последовательность нужно оборвать и какова степень приближения. Представление «измерения» было переосмыслено в трудах копенгагенской школы и введено понятие «наблюдаемой», как результат взаимодействия с прибором (регистрирующим датчиком). Вот что пишет о предыстории этих работ выдающийся ученый и мыслитель XX века В.А.Фок: «Вопросу о том, какими средствами производится наблюдение, принципиального значения не придавалось. Физический процесс рассматривался как нечто происходящее само по себе, а не как явление, конкретно познаваемое при помощи тех или иных средств наблюдения.»[2]. Именно прибор В.А.Фок назвал «посредником», который

регистрирует явление/процесс и делает его «наблюдаемым». Экспериментальный опыт, усвоенный человечеством в процессе эволюции, накапливался на примерах и приводил к обобщению. Тысячелетия тому назад был разработан объективный способ сравнения разнотипных объектов (твердых, жидких, газообразных и т.д.) по данной характеристике – тяжести или весу. В Древней Греции этот инструмент, этот механизм имел название талант (*τάλαντον*), что и означало весы. Задолго до формулировки закона тяготения была осознана возможность сравнения товара с весовой единицей, которая также называлась талантом. Устройство весов позволяло с помощью рычажного механизма проводить сравнение, и оно происходило с помощью сил природы (ныне можно сказать - в поле гравитационных сил) и было справедливо, т.к. не зависело от воли людей. Урок, преподнесенный природой, указал людям на источник знаний, названный в античном мире гносеологией – наукой познания, отображения, понимания окружающего мира, наукой, которая формируется общим представлением правил, положенных в основу фундаментальных законов и принципов. Возможность парного сравнения была использована человечеством в разнотипных системах/случаях, начиная с естественнонаучных и – до социальных и гуманитарных применений/приложений. Это знание породило логику парного (бинарного) рассуждения, которое позволяло устанавливать однозначное отображение соотношения между опытными данными: «больше», «меньше», «равно», то, что затем было сформулировано в виде арифметических действий. Установление соотношения измеряемой величины и эталонной имеет латинское название *ratio* – отношение. В соответствии с этим опытом, логика его постановки называется рациональной, а ход рассуждений, подход - рациональным. В математике это представление является базовым. В рамках этой парадигмы введена единая система единиц измерения физических величин. Метод парного сравнения базируется на законах механики (но не только) и определяется правилами сложения моментов сил. Логика парного сравнения включает в себя как двухзначную логику, так и n -значную ($n \geq 2$). Современное естествознание использует рациональные методы для создания логически непротиворечивой картины мира.

Результаты опыта, исследования в рамках выбранной методологии фиксируются и запоминаются для последующего анализа. С этой целью объекты наблюдения и изучения должны быть выделены с помощью описания. Этап *вербализации* – первый шаг в анализе исследования [3]. Выбор нормы, эталона сравнения и удобного, адекватного инструментария *измерения* является ключевым этапом анализа и сбора информации. На этом шаге наблюдаемым величинам соотносят дискретные символы/значения. Ими могут быть отдельные тела известной формы или размера, численные величины известной шкалы/меры, или же логические высказывания, имеющие однозначный смысл и содержание. Сформулированные описания и величины сравнения становятся характеристиками исследуемых объектов, их свойств, индивидуальных особенностей, черт. Для выделения конкретных объектов и сопоставления найденных значений характеристик каждому из них, или выбранной совокупности, присваивается свой символ. Эта процедура может быть названа операцией «*именования*», т.е. присвоения имени, или, как принято в специальных терминологиях, индивидуального идентификатора или только идентификатора.

Завершение этапа исследования после выполнения операций *вербального описания, сравнения и именования* позволяет сформулировать характеристики состояний наблюдаемых объектов в рамках выбранной методологии, т.е. с учетом оговоренных правил, принципов, способов организации эксперимента и инструменталь-

ного измерения, а также понятий и представлений о полученных данных. В рамках рационального подхода важнейшим понятием гносеологического представления является факт опытного, т.е. прямого экспериментального отношения к измерению искомых величин. В таблице представлены состояния наблюдаемых объектов в рамках рационального подхода. Состояние, где все операции выполнены утвердительно, называется рациональным по определению, а состояние, которое не может быть полностью описано рациональным образом называется иррациональным также по определению, как не представимое в виде отношения с каким-либо эталоном.

Таблица. Состояния/значения логической переменной анализа (рациональный подход)

операция состояние	вербализация	измерение	именование
рациональное	описан	соизмерен	назван
иррациональное	описан	не соизмерен	назван
неопределенность	не описан	не соизмерен	не назван

Состояние, которое не может быть представлено в рамках рационального подхода ни одной из операций предъявления его в явном виде (можно сказать – “не визуализировано”) следует именовать как “неопределенность”. При этом лучше употреблять термин “неопределенность”, а не “неточность”[2].

После заполнения таблиц состояний исследование переходит к этапу углубленного анализа полученных данных. Для этого требуется применение аналитических инструментов (алгоритмов и механизмов управления) с заданными характеристиками и рационально осознаваемым функциональным поведением.

Начав с обсуждения гносеологических аспектов постановки исследования, вопросов достоверности, точности экспериментально измеренных данных и их классификации, мы получаем возможность выбора математического аппарата таким, каков он будет удобен в последующих действиях. В первую очередь это касается применения дедуктивного или индуктивного подхода для анализа данных. На рис.1. приведена структурная схема последовательностей этапов сбора данных, алгоритма их анализа и модели рационального приближения. Математическое моделирование широко применяется для анализа поведения систем и изучения явлений в практически значимых объектах с помощью метода обратной связи (ОС) (см., например, модель «ядерной зимы» [3]).

Объединение схемы логического анализа состояния исследуемой системы и модели управления поведением с методами контроля заданных значений параметров (рис.2) представляет полный цикл исследования в первом приближении: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$.

Приближения с той или иной погрешностью (априорно допустимым отклонением $\pm\sigma$; $\pm 2\sigma$; $\pm 3\sigma$, etc.; где σ — дисперсия нормального закона) искомого представления исследуемой системы достигаются по пути $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \pm \Delta A_{\text{эсп}}$. Сравнение исходных характеристик, зафиксированных в начальных состояниях A , со значениями данных, отвечающих состояниям $\{A_i\}$, определяет степень отклонения логической реконструкции причинно-следственных связей от параметров реального объекта исследования. Выбор ошибочных значений параметров моделирования и потери истинной цели по путям $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A_i$ отвечают недопустимому разбросу ($|A_i - A| \gg 3\sigma$) по результатам опытной проверки заявленных характеристик. Именно в способности прогнозирования достоверности, надежности и независимой

верификации проявляется объективность и эффективность методов математического моделирования.

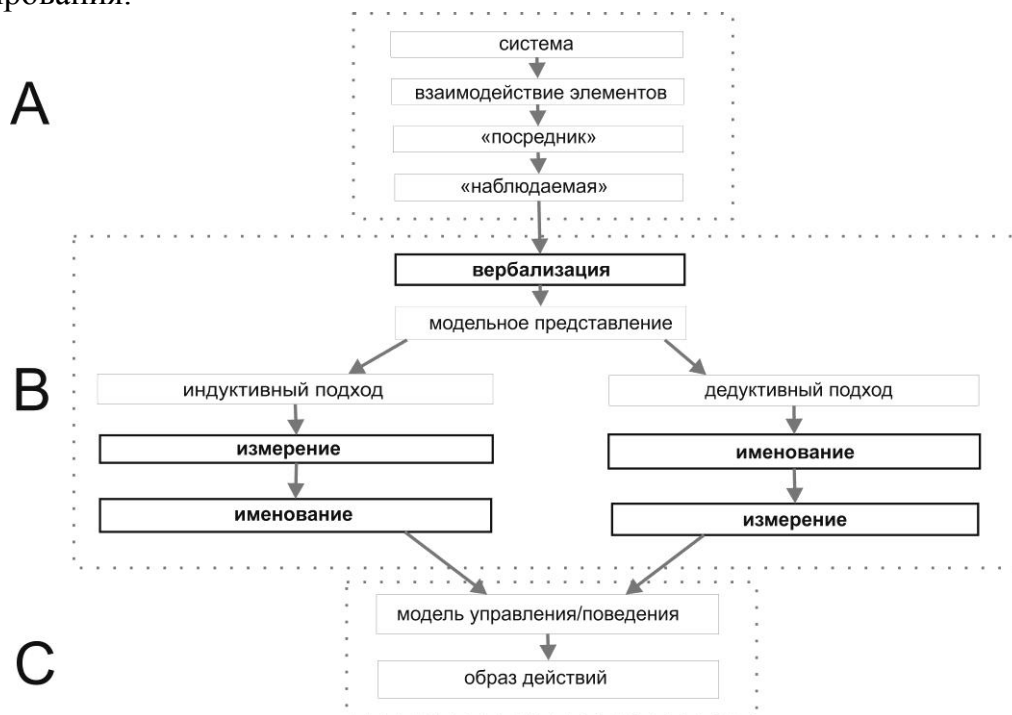


Рис. 1. Схема логического анализа состояний исследуемой системы. Этапы: А – наблюдение явления, В – анализ информации, С – управление/действие.

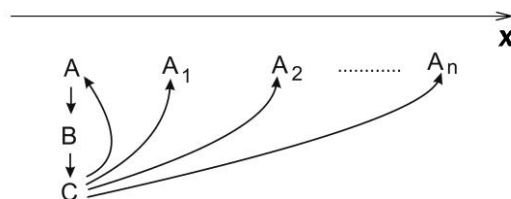


Рис.2. Когнитивная карта явления и процессов контроля и управления. $A \rightarrow V \rightarrow C \rightarrow A$ – путь с обратной связью. $\{A_i\}$ – отклонения и/или степень приближения.

1. Физический энциклопедический словарь. – 4-е изд., – М.: Большая российская энциклопедия, 1998. – 944 с.

2. Фок В.А. Квантовая физика и строение материи. Л.: изд. Ленинградского университета, 1965, 29 с.

3. Моисеев Н.Н. Избранные труды в 2-х томах. Т.1. Оптимизация, исследование операций и теория управления. М.: Тайдекс Ко, 2003. 376 с.

ЗАДАЧИ ДИСКРЕТИЗАЦИИ В ИЗМЕРЕНИЯХ

Крюков Н.А., Пеганов С.А.

Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный университет
nkryukov@yandex.ru

Изучение особенностей, связанных с рассмотрением измерений объектов микро- и нано-масштабов, составляет предмет интересов современной быстро развивающейся области квантовой физики. При этом «всякое измерение предполагает взаимодействие исследуемой системы с другой физической системой – измерительным прибором»[1]. В основном, внимание исследователей направлено на опи-

сание состояний системы до и после взаимодействия и состояния прибора во время взаимодействия. Вот что пишет в предыстории этих работ знаменитый ученый и мыслитель XX века В.А.Фок [2]: «Вопросу о том, какими средствами производится наблюдение, принципиального значения не придавалось. Физический процесс рассматривался как нечто происходящее само по себе, а не как явление, конкретно познаваемое при помощи тех или иных средств наблюдения. Такая абстракция, принятая в классической физике, может быть названа *абсолютизацией* понятия физического процесса. Дальнейшей абстракцией является допускаемая в классической физике возможность неограниченно уточнять наблюдение и наблюдать разные стороны одного и того же процесса, не нарушая самого процесса. Эта абстракция тесно связана с предыдущей».

Современные информационные технологии контроля и управления характеристиками состояний проведения эксперимента позволяют моделировать результаты взаимодействия исследуемого объекта с классически описываемым прибором. В работе рассмотрена проблема дискретизации физических сигналов, обсуждены критерии реализации точности измерения и применения статистических аппроксимаций в оптических экспериментах. Информация о пространственных и временных координатах регистрируется в соответствующем масштабе. В любой системе координат информация о событии всегда конечна, а для её передачи требуется конечное время. Концепция времени строится на наблюдении изменений состояния системы. Для регистрации смены состояния в эталонном процессе необходимо запоминать текущие состояния системы. Устройство, измеряющее время (часы), включает периодический процесс и память. Объем физически реализуемой памяти ограничен. Используя для характеристики источника шенноновское определение средней скорости рождения информации, вычислена её зависимость от объема памяти.

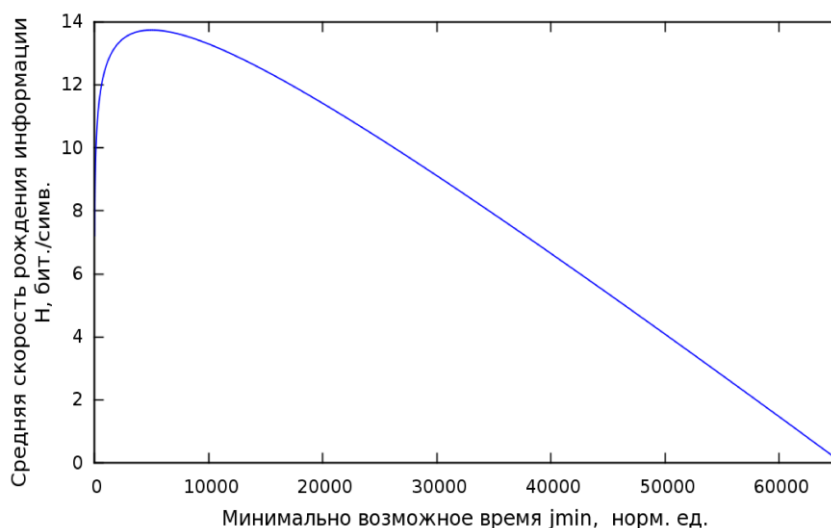


Рис. 1. Расчет количества информации от отношения используемого «эталона» скорости к максимальной измеряемой скорости

Показано, что для заданного объема памяти максимальное количество информации достигается в ограниченном интервале числа возможных значений отсчетов. Для регистратора/счетчика с объемом памяти 16 бит расчет количества информации от приведенной переменной, пропорциональной числу отсчетов/скорости, представлен на рис. 1. Первоначальный рост количества информации вызван уменьшением ранга квантования измеряемой скорости, но при этом сужается диа-

пазон измерения, что вызывает последующий спад.

Класс задач, связанных с нахождением величин пространственных градиентов или временных характеристик, описывается динамическими переменными, которые выражаются операторами d/dt или d/dx . Измерение подобных характеристик возможно в рамках решения обратных задач с учетом методов регуляризации [3], либо прямых измерений частотных зависимостей регистрации искомым величин и вычисления их значений по найденным функциям статистического распределения [4].

В данной работе модельные эксперименты нахождения кинематических величин с учетом дискретного характера измерения скорости тела и аналогового поведения перемещения реализовывались на основе оптических измерений пакетов зондирующих импульсов. Регистрируемые сигналы представляли свертку аппаратной функции прибора и оптического отклика, который содержал искомую информацию и аддитивную компоненту в виде «белого» шума. Возможные значения измеряемых величин находятся как спектр собственных значений соответствующих операторов. На рис. 2 представлены результаты вычисления стохастической обработки сигналов и регистрации отклика с учетом шума во всем диапазоне значений геометрии апертуры и за ее пределами. Экспериментально найденные значения построенной гистограммы имеют ассиметричный вид относительно искомой величины пути, который отвечает характеристикам вероятности прохождения зондирующего импульса.

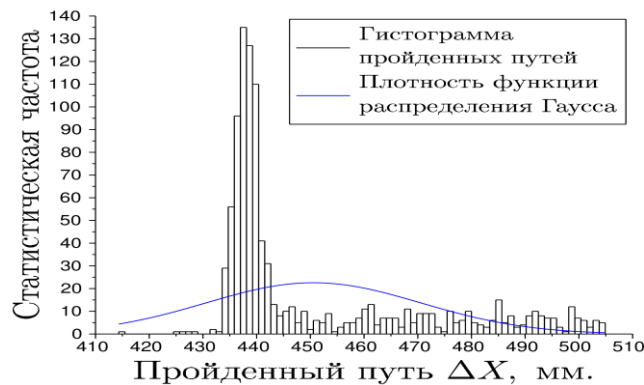


Рис. 2. Плотность распределения вероятности отклика во всем диапазоне пройденных путей

Для применения гауссовой функции распределения часто пользуются гипотезой о равновероятности отклонений от среднего значения. Результат аппроксимации приведен на рис. 2 в виде сплошной линии и показывает неадекватность получаемого значения пути и частотной закономерности. Моделирование «белого» шума и учет его в регистрируемом сигнале позволяет получить симметричную гистограмму и найти параметры распределения Гаусса для заданного числа измерений (см. рис. 3, гистограмма получена для 10000 имитаций).

В модельном представлении измерение скорости описывается регуляризирующим оператором $j = \left\lfloor \frac{X}{T} \frac{1}{v} \right\rfloor$, где v – скорость тела, j – число периодов дискретизации T , за которое тело прошло отрезок X . Изучено поведение пропускной способности в оптическом канале. На рис. 4 приведены расчёты информации для счётчиков с различным объёмом памяти в предположении равновероятного распределения скорости v и сравнение с результатами вычислений на основе частотного анализа значений регуляризирующего параметра. Таким образом, теоретиче-

ски описана и экспериментально подтверждена возможность достижения максимальной пропускной способности канала регистрирующего прибора.

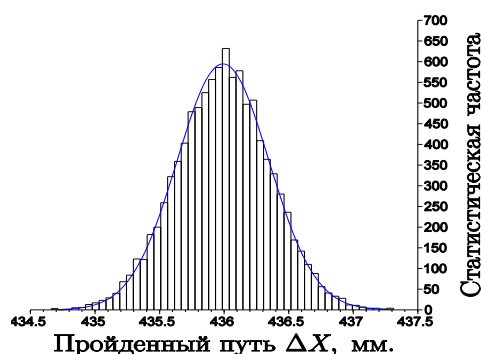


Рис. 3. Плотность распределения вероятности пути в пределах действующей апертуры

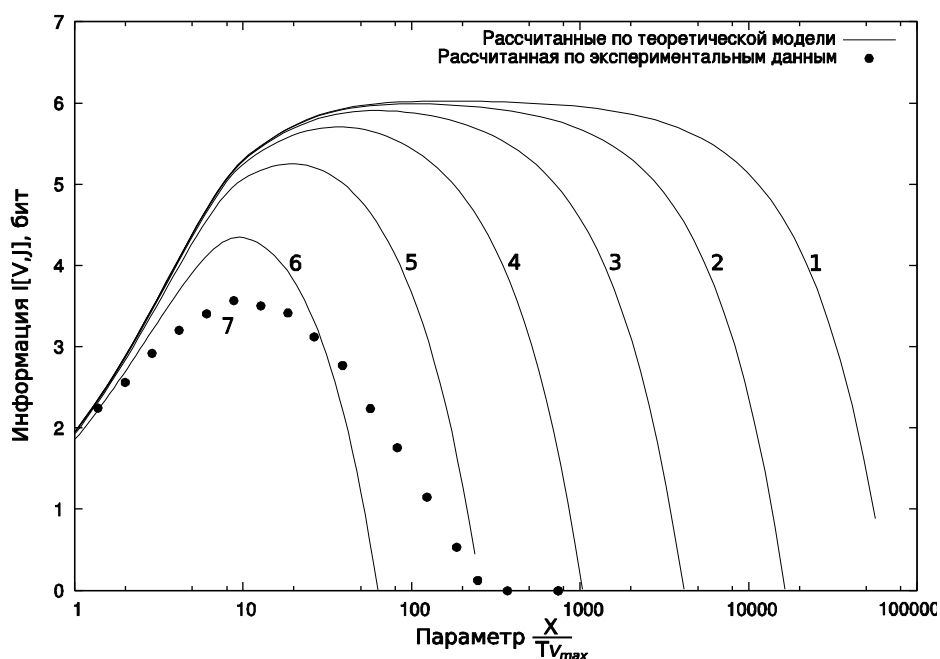


Рис. 4. Количество информации при $\sigma = 0.01$ для различных объёмов памяти: 1 – 16 бит, 2 – 14 бит, 3 – 12 бит, 4 – 10 бит, 5 – 8 бит, 6 – 6 бит. 7 – обработка экспериментальных данных (память 8 бит, $\sigma = 0,007$)

1. Белинский А.В. Квантовые измерения: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 182 с.
2. Фок В.А. Квантовая физика и строение материи. Л.: изд. Ленинградского университета, 1965, 29 с.
3. Тихонов А. Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986. – 288 с.
4. Крюков Н.А., Пеганов С.А. О регуляризации в измерениях скорости. III Всероссийская конференция по фотонике и информационной оптике. Сб. науч. трудов. М.: НИЯУ МИФИ, 2014, с. 280.

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Кубонов М., Бегматова Д.А., Содикова Ш.М.

Ташкент, Республика Узбекистан Национальный университет Узбекистана им.
Мирзо Улугбека

Предложены научно-методические разработки оценки теоретической и экспериментальной информативности содержания лабораторной задачи общего физического практикума.

В процессе проведения физического практикума необходимо научить студента творчески подходить к исследовательской работе, правильно выбирать методику эксперимента и измерительные приборы.

Студент должен научиться понимать и применять теорию изучаемого явления. Сознательное выполнение эксперимента, внимательность и сосредоточенность на процессе измерений, бережное отношение к приборам - необходимые условия успешного проведения опыта.

Как известно, лабораторный практикум по физике предусматривает освоение студентами следующей теоретико-экспериментальной информации: экспериментальное ознакомление с основными физическими явлениями и их закономерностями; выработка умений и навыков работы с современной физической измерительной аппаратурой; овладение основными методами физических измерений, а также способами обработки и оценки погрешностей в результатах таких измерений. Кроме того, будучи тесно связанным с лекционной, семинарской и другими формами обучения физике, практикум несет в себе функцию обобщения, закрепления, развития и углубленного усвоения основных положений теории.

Теоретико-экспериментальная информация, охватываемая одной лабораторной работой практикума, может быть различной в зависимости от специфики вуза и факультета. Такие различия программируются в процессе постановки задач и в методах проведения занятий. Это и позволяет управлять объемом и содержанием учебной информации, заключенной в комплексе лабораторных задач, которые предстоит решить за семестр, учебный год или за весь период обучения.

Но практически нередко выбор задач, приходящихся на каждого студента, оказывается случайным, и это может приводить к неравноценности суммарной информации, получаемой членами учебных групп, а также ослабляет связь экспериментального обучения с лекционным.

Точная оценка теоретической и экспериментальной информации, заключающейся в каждой задаче, позволит преподавателю и кафедре оптимально отобрать комплекс экспериментальных задач для одного студента применительно к каждому разделу физики.

Ниже приводится образец принятой на нашей кафедре «Общей физики» оценки теоретической и экспериментальной информативности содержания лабораторной задачи общего физического практикума.

У нас разработан перечень параметров, на основе которых мы и ведем соответствующий научно-методический поиск. Приводим этот перечень: 1) связь теории изучаемого явления с теоретическим курсом; 2) вопросы теоретического курса, развиваемые, углубляемые и проверяемые в процессе эксперимента 3) степень абстрагирования при моделировании эксперимента и в теории данного явления; 4) осваиваемые в процессе выполнения работы методы измерения, навыки экспериментирования; 5) применяемые здесь методы обработки результатов измерений и анализа конечного результата эксперимента; 6) межпредметные связи с курсом

высшей математики в теории изучаемого явления, в процессе обработки результатов измерений и в оценке точности конечного результата; 7) установление связи теоретико-экспериментальной информации, приобретенной в работе, с аналогичной информацией, извлекаемой из других работ практикума; 8) возможности расширения и углубления содержания эксперимента, а также реализации его студентом в виде УИР.

А теперь рассмотрим конкретную лабораторную работу, посвященную вопросам вращательного движения твердого тела. Обычно в описании такой работы в пособии к практикуму дается краткая теория явления, характеризуются особенности экспериментальной установки и методики измерений. Методы же обработки результатов измерений и вычисления погрешностей эксперимента в конкретном задании обычно сообщаются преподавателем и зависят от типа конкретных задач. Рассмотрим же содержание данной задачи на основе приведенной выше программы.

1. Основные физические понятия, встречающиеся в теории эксперимента, относятся к кинематике и динамике поступательного и вращательного движения твердого тела и материальной точки. В частности, для анализа этого явления привлекаются понятия и закономерности физической механики (твердое тело, угловая скорости, угловое ускорение и т. д.).

2. Проверяется теорема о переносе оси момента инерции применительно к конкретной физической системе; экспериментально проверяется основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела; вводится понятие момента инерции сил трения - наблюдается зависимость момента силы трения от давления на ось вращения системы.

3. В данной работе надо пренебречь зависимостью силы трения от скорости вращения; не учитывать силу трения о воздух падающего груза; грузики на крестовине принять за материальную точку; игнорировать момент силы трения, действующей на грузики; считать: момент силы натяжения нити много меньше, чем момент силы трения на оси.

4. Студенты осваивают методы непосредственного измерения основных величин (массы, длины, времени), а также косвенного измерения величин (линейного углового ускорений, моментов инерции и силы); знакомятся с графическим методом определения среднего значения физических величин. Здесь приобретаются также навыки и умения работы с рычажными весами, миллиметровыми линейками, штангенциркулями, секундомерами. Теоретически знакомятся с конструированием маятника Обербека; подбирают оптимальные условия проведения эксперимента: устанавливают пределы варьирования натяжением нити, перемещением грузов на стержнях маятника.

5. В обработке данных эксперимента здесь можно применить метод наименьших квадратов. Результаты анализируются сравнением данных, полученных различными методами (вычислением, графическим усреднением и методом наименьших квадратов). Ведется оценка вклада учета моментов сил трения, формы тел на стержнях, а также влияния колебательного движения падающего на конечный результат эксперимента.

6. При выводе аналитического выражения уравнения динамики для вращательного движения твердого тела используются знания в области кратных интегралов, методов суммирования и дифференцирования второго порядка из курса математического анализа. В процессе обработки результатов эксперимента привлека-

ются понятия уравнения прямой первого порядка и прямоугольная Декартова система координат из курса аналитической геометрии. При обработке же результатов измерений применяются методы графической экстраполяции и наименьших квадратов. В вычислении погрешностей конечного результата используются методы определения погрешностей прямых и косвенных измерений понятий случайной и систематической ошибок, доверительный интервал, коэффициент Стьюдента.

7. Основные понятия, осваиваемые в данной работе (момент силы, момент силы трения, момент инерции, момент количества движения, теорема о переносе осей инерции встречаются или являются главными исследуемыми понятиями в ряде традиционных экспериментальных задач.

8. Учитывая уровень подготовки студентов в 1-м семестре, мы поручаем им самостоятельно выполнить ряд этапов обработки эксперимента: приведение выражения основного закона динамики вращательного движения к линейному уравнению применительно к данной экспериментальной установке; сличить результатов эксперимента по проверке выполнимости теоремы Гюйгенса - Штейнера полученных разными способами (численных графическими расчетами и методом наименьших квадратов) и т. п.

Определение и классификация значение понятий, явлений и закономерностей, охватываемый одной задачей экспериментальной практикума, позволяет разработать и программы для количественной оценки усвоения студентами научно-экспериментальной информации, содержащейся в задания практикума.

1. Физический практикум: Механика и молекулярная физика. Учеб. пособия/под ред. В. И. Ивероновой. М.: Наука, 1967.

2. Стрелков С.П. Механика. М.: Наука, 1965.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И ЧТЕНИЯ СПЕЦКУРСОВ ПО ФИЗИКЕ

Кубонов М., Содикова Ш.М., Бегматова Д.А.

Ташкент, Республика Узбекистан, Национальный университет Узбекистана им.

Мирзо Улугбека

В статье обсуждаются опыт разработки и реализации с участием студентов - физиков 3 - 4 курса университета, специального курса «Элементарный курс физики полупроводников» у студентов 2 - 3 курсов академических лицеев.

В частности, рекомендуются больше уделять внимание показу технологического применения законов физики, создавая основу трудового обучения и профессиональной ориентации молодёжи. А также для обеспечения лучшей преемственности между академических лицеев и вузовским формами обучения рекомендуется наряду с уроком широко практиковать в академических лицеев лекции, семинарские занятия, практикумы по специальным предметам, особенно связанным с развитием новой техники и технологии. Для реализации этих специальных дисциплин в академических лицеев с углубленным изучением физики предусматривается выделить в 1-курсах 4 часа и в 2-3 курсах 6 часов в неделю сверх типового учебного плана.

Учитель физики - выпускник университета, обладая физико-математическим базовым образованием, имеет необходимую научно-методическую подготовку для разработки и внедрения в условиях академических лицеев специальные курсы по

актуальным направлениям современной физики. Им эти навыки прививаются в цикле методических дисциплин и в период педагогической практики, в процессе выполнения курсовых и дипломных работ. В процессе отбора цикла спецкурсов, определения их содержания и внедрения в обучение в академических лицах возникает, и разрешается ряд методических вопросов.

Прежде всего, следует отметить, что основное содержание курса физики академических лицах сконцентрировано вокруг фундаментальных законов и принципов физики и по этой причине по информативности имеет в определенной степени консервативный характер. Именно по этому содержанию основных учебников физики с годами меняется медленно и возникает проблема выделения и отбора вопросов современной физики и вопросов прикладной для значения для изложения специальных курсах. К таким вопросам относятся микроэлектроника, физика и техника лазеров, ядерного энергетика, введение в физику сверхпроводимости, физика полупроводников, волоконная оптика и другие.

Укажем на главные методические проблемы, решаемые на пути разработки и реализации спецдисциплин в академических лицах: «Элементарный курс физики полупроводников».

1. Сложный и абстрактный теоретико-экспериментальный материал современной физики должен быть в полной мере адаптирован к познавательным возможностям обучаемых.

2. Необходимо обеспечить содержательную, методическую, терминологическую, символическую, графическую и знаковую преемственность, а также внутри- и междисциплинарные связи спецкурса с основным курсом физики, математики и другими.

3. Спецкурсы должны быть ориентированы на реализацию принципов политехнизма. В них должны широко раскрываться техническое применение тех или иных достижений отрасли физики, физические основы различных областей техники и производства, принципы работы важнейших приборов и установок, выяснены технико-экономические проблемы народного хозяйства. Отражение достижений и вклада, ученых Узбекистана в развитие конкретных отраслей физики и техники играет важную воспитательное и профориентационное значение.

4. Высокие информативные, педагогика-психологические свойства физического, в частности, демонстрационного эксперимента, позволяют успешно реализовать задачи, перечисленные в п.3 и достичь более высокого познавательного уровня у обучаемых. В связи с этим, в реализации спецдисциплин особое внимание должно быть уделено широкому применению различных видов средств наглядности: учебных фильмов, учебных плакатов, слайдов, моделей и реального физического эксперимента.

В далее освещается опыт разработки и реализации с участием студентов-физиков 3 - 4 курса университета, специального курса «Элементарный курс физики полупроводников» у студентов 2 - 3 курсов академических лицах Республик Узбекистана.

Спецкурс базируется на информации раздела «Электрический ток в полупроводниках» курса электродинамики, которому программа курса физики отводит 11 часов. Ниже приводится примерная программа дисциплины «Элементарный курс физики полупроводников», рассчитанная для студентов 2 - 3 курса академических лицах.

Программа элементарного курса физики полупроводников

1. Кристаллическая решетка.

Понятие твердого тела, моно и поликристалла, кристаллической решетки, элементарной ячейки. Некоторые элементы симметрии, кристаллографические направления и индекса Миллера, вид кристаллической решетки, решетки Брэва, координационное число. Ближний и дальний порядок, плотность упаковок.

2. Химическая связь в твердых телах.

Ионная, ковалентная и металлическая связь. Понятия о связанных и свободных электронах. Механизм проводимости в полупроводниках, температурная зависимость электропроводности и концентрации носителей заряда. Понятие дырки. Собственные полупроводники.

Примесные атомы в полупроводниках с точки зрения химической связи. Доноры и акцепторы. Примесные уровни и энергия их ионизации. Дефекты в полупроводниках. Собственные дефекты. Примесные атомы. Термические и радиационные дефекты.

3. Электрические и фотоэлектрические свойства полупроводников.

Понятие внутренней фотопроводимости. Генерация носителей заряда. Собственная и примесная фотопроводимость. Фоторезисторы, фотоприемники и терморезисторы.

4. Полупроводниковые приборы

Контакт металл-полупроводник. Понятие омического контакта. *p-n* переход. Выпрямление, работа полупроводниковых диодов. Транзисторы. Работа транзистора и эффект усиления. Разновидности полупроводниковых приборов.

5. Некоторые вопросы микроэлектроники

Физические основы получения тонких пленок. Основные элементы микроэлектроники и интегральная схемотехника. Современное состояние микроэлектроники, ее роль и перспективы в развитии науки и техники.

Сценарии отдельных тем данного курса, рассчитанного ориентировочно на 25-30 часа разрабатывались студентами и предварительно обсуждались на спец семинарах по курсу «Методика преподавания». За последние годы к данному курсу на кафедре «Общей физики, методики и истории физики» разработано более 20 демонстрационных опытов, раскрывающих физические свойства новых полупроводниковых материалов и принципы работы современных полупроводниковых приборов. При чтении курса используется 2 учебных фильма (каждый рассчитан на 12 минут), множество электронных слайдов и учебных плакатов. Программа спецкурса предусматривает экскурсии учащихся на соответствующие учебные и исследовательские лаборатории физфака и НИИПФ НУУ, НИИ АН республики и научно производственные объединения.

Непосредственное участие студентов, готовящихся к преподавательской деятельности, в разработки и преподавании спец курса явилось важным стимулом к их профессиональному росту и формированию у них навыков исследования в области методики.

1. Фистуль В.И. Введение в физику полупроводников. М.: Высшая школа, 1984.

2. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа, 1983.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ПОНЯТИЯ ЭНТРОПИИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Кувандиков О.К., Салахитдинова М.К., Мурадова З.
Самаркандский государственный университет
quvandikov@rambler.ru

Система образования сегодня интенсивно меняется, изменяются цели и задачи, изменяются методики преподавания отдельных предметов. Предпосылками к этому являются, во-первых, изменения нашего общества в целом, во-вторых, огромные темпы научно-технического прогресса, за которым должна успевать школа, то есть интеллектуализация школьного образования должна опережать интеллектуализацию производства.

В данной работе предлагаются методика изучения темы «Второе начало термодинамики. Энтропия».

Достаточно хорошее понимание энтропии необходимо, для того чтобы осмыслить единство совершенно различных областей физики. С энтропией связаны такие понятия, как вероятность, обратимость и необратимость, объем информации, черные дыры, беспорядок, геометрия пространства и асимметрия времени, наконец, жизнь. Она вторглась в смежные области: космологию, биологию, теории информации, в социологию [1-2]. Однако, этот важный вопрос не достаточно излагается в существующих учебниках и учебных пособиях по физике для общеобразовательных школ.

Прежде всего, энтропия, несомненно, является параметром, или функцией состояния, ее изменения связана с тепловым взаимодействием с соотношением $dS = \frac{\delta Q}{T}$ (1). Энтропия является экстенсивной величиной. Если система состоит из нескольких частей, полная энтропия равна сумме энтропий этих частей. Изменение энтропии dS , следовательно, распадается на производство энтропии $d_i S$, вызываемое изменениями внутри системы, и поток энтропии $d_e S$, возникающий за счет взаимодействия с внешней средой. Поэтому согласно [3], Пригожин обобщил энтропию, т.е.

$$dS = d_i S + d_e S \quad (2)$$

Производство энтропии $d_i S$, связанное с изменениями внутри системы, всегда неотрицательно $d_i S \geq 0$ (3)

Понятие энтропия вводится специально для того, чтобы ясно различать два типа процессов: обратимые и необратимые. Производство энтропии $d_i S$ исчезает, когда в системе протекают только обратимые процессы, и всегда положительно во всех остальных случаях. Следовательно, (для обратимых процессов)

$$d_i S = 0 \quad (4)$$

и $d_i S > 0$ (для необратимых процессов) (5)

Физический смысл этих формул объясняет статистическая физика. Л.Больцман показал, что энтропия определяется соотношением $S_i = k \ln \Omega_i$, где Ω_i - число микросостояний соответствующих данному i -му состоянию.

В настоящее время удалость экспериментально доказать, что в особых условиях начала термодинамики могут нарушаться. В то время как первое начало термодинамики гладко стыкуется со всеми остальными законами физики и утвержде-

ние о сохранении энергии может быть выведено из основных законов механики и электродинамики, второе начало термодинамики выходит даже за рамки «нормальной» физики.

Чтобы понять, почему так происходит, необходимо несколько точнее проанализировать понятие энтропии. Энтропия – не только мера, позволяющая оценивать значение энергии, но и количественная мера упорядочения тела или системы. Чем меньше энтропия, тем больше упорядочения в положении и движении составных частей тела. Приведем в качестве примера автомашину. Предположим, что в одном случае она при температуре 20°C едет со скоростью 100 км/ч по шоссе, а во втором – при температуре 21°C стоит в гараже. Если отвлечься от вращения колес и движений частей двигателя, то положения атомов, образующих автомашину, в обоих случаях одинаковы, т.е. полная энергия в обоих случаях одинакова и, следовательно, одинакова доля энергии, приходящаяся в среднем на каждый отдельный атом автомашины. Вместе с тем значения энергии и, следовательно, значения энтропии заметно отличаются: в случае покоящейся автомашины все атомы движутся совершенно неупорядоченно (большая энтропия), в случае мчащейся автомашины наряду с нерегулярным тепловым движением имеется и определенная доля энергии направленного движения (меньшая энтропия). Если едущую автомашину затормозить до полной остановки, то в силу первого начала термодинамики полная энергия сохранится, и автомашина в среднем нагревается на 1°C . Таким образом, состояние с меньшей энтропией переходит в состояние с более высокой энтропией, или энергия более высокого качества упорядоченного движения автомашины превращается в энергию более низкого качества теплового движения: энергия движения автомашины рассеивается.

Второе начало термодинамики позволяет утверждать, что обратный процесс физически невозможен, т.е. замороженную до полной остановки автомашину невозможно снова разогнать до скорости 100 км/ч , просто охлаждая ее на 1°C и не расходуя ни капли бензина.

Из приведенного примера следует подчеркнуть, что хотя все части рассматриваемых физических тел строго подчиняются известным законам механики, квантовой механики и электродинамики, а энтропия не сводится к свойствам составных частей тела, а описывает свойства всего тела в целом.

Таким образом, энтропия является одним из важных примеров, подтверждающих правильность того, что целое представляет собой нечто большее, чем сумму своих составных частей. Такова точная постановка вопроса, на который пытаются, в конечном счете, найти ответ теория самоорганизации.

1. В.Эбелинг, А.Энгель, Р.Файстель. Физика процессов эволюции. Пер. с нем. Ю.А.Данилова – М.; Эдиториал УРСС, 2001, -328 с.

2. П.Шамбадаль. Развитие и приложения понятия энтропия. М.; Наука. 1967.

3. П. Гленсдорф, И.Пригожин. Термодинамические структуры: устойчивости и флуктуации. М.; УРСС, 2003.

СТРУКТУРА ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Липкин А.И.

Москва, Россия, Московский физико-технический институт
arkadiy.lipkin@gmail.com

Что такое физика? Если обратиться к «Физическому энциклопедическому словарю», то найдем там, что физика – это то, чем занимаются физики (то же будет с химией и многими другими науками). Такое «социологическое» определение физики через сообщество физиков, через перечисление того, чем физики занимаются, вполне отвечает представлению о развитии науки Т. Куна. Мы в [1], исходя из анализа той физики, которая содержится в 10 тт. «Теоретической физики» Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица, даем содержательный ответ на вопросы «что такое физика?» и «какова структура физического знания?». В результате физика предстает как совокупность разделов физики: $\Phi = \Sigma \{P\Phi_j\}$, каждый из которых имеет собственные основания в виде системы постулатов, задающих базовые понятия данного раздела.

Именно выделение оснований (впервые сделанное в «Математических началах натуральной философии» И. Ньютона») позволяет ввести понятие *раздела физики* как *структурной единицы физического знания*. Основания задают набор базовых идеальных сущностей раздела, включающих «первичные идеальные объекты» - ПИО. Теоретическим моделям явлений отвечают «вторичные идеальные объекты» - ВИО (например, модель Солнечной системы), которые *определяются явным образом через ПИО*. При *явном типе определения* определяемые понятия выражаются через другие понятия, как в толковом словаре, например, куб – это многогранник, все грани которого являются квадратами. Эти другие, в свою очередь, выражаются через третьи и т. д. Но эта цепочка должна кончаться на каких-то понятиях, которые определяются как-то по-другому. ПИО (в геометрии это точка и прямая, в физике, частица, поле и т.п.) и другие базовые понятия раздела физики, являются такими *необходимыми конечными понятиями* этих цепочек, на которые все (т. е. ВИО) опирается.

До середины 19 в. ПИО в виде частиц и сред (твердых, жидких и газообразных) полагались очевидными, поэтому считалось, что центральное место в физике занимают «законы природы», фиксируемые «уравнениями (законами) движения». Начиная с электромагнитного поля, физики стали работать с более сложными «неочевидными» ПИО. Для этого потребовался введенный Д.Гильбертом для геометрии «неявный» тип определения, где исходные понятия определяются через систему постулатов (у Гильберта – аксиом геометрии), в каждый из которых, как правило, входит несколько определяемых понятий. Эта система постулатов и составляет основания раздела физики. В результате центральное место в физике занимает ПИО, а «закон природы» является одной из его сторон. Неявный тип определения позволяет вводить в физику такие сложные («неочевидные») объекты как «квантовая частица», обладающая корпускулярно-волновым вероятностным поведением [1]. Разница в типе определения ПИО и ВИО является принципиальной. ВИО строится из ПИО_j. Из ВИО следует теория, объясняющая известные явления (Я) и предсказывающая новые.

Таким образом, *основания j-го раздела физики (ОРФ_j)* задают систему понятий, необходимых для задания *первичных идеальных объектов - ПИО_j* (обычно одного) и других базовых понятий данного раздела физики. ПИО являются основными понятиями любого раздела физики. Они составляют онтологические основания

физики. Из этих «кирпичиков» строятся все физические модели объектов и явлений природы (и соответствующие им теории).

Это можно изобразить следующей схемой:

$$\{\text{ОРФ}_j [\text{ПИО}_j]\} \rightarrow [\text{ВИО}(\{\text{ПИО}_j\})] \leftarrow \text{Явление.} \quad (\text{Схема 1}).$$

В этой структуре ВИО, с одной стороны, является идеализацией явления, т. е. его приближенным описанием, которое игнорирует ряд свойств реального явления, а с другой, выявляет онтологическую сущность (природу) явления, т. е. утверждает, что те свойства, которые вошли в ВИО, являются определяющими. Уточнение ВИО-идеализации возможно путем ее усложнения за счет добавления дополнительных элементов в ВИО.

Но что определяет принадлежность раздела физики к физике? Здесь можно указать на два пункта. Первый, определяющий структуру оснований раздела физики (и физической теории) состоит в том, что любой физический процесс, лежащий в основе раздела физики описывается как переход физического идеального объекта А из одного состояния S_A в другое: $S_A(1) \rightarrow S_A(2)$ (по сути это обобщенное описание движения-перемещения Аристотеля). Это верно как для $A = \text{ПИО}_j$, так и для $A = \text{ВИО}$. Именно такое представление физического процесса выделяет понятие ПИО среди других базовых сущностей, задаваемых ОРФ.

Исходя из этого, для оснований всех разделов физики можно выделить единую структурную схему:



Схема 2. Структура теоретического описания 1) оснований раздела физики (при $A = \text{ПИО}$) и 2) физического процесса (при $A = \text{ВИО}$)

В этой структуре выделены, во-первых, *теоретическая* (в ее центре – описание поведения ПИО) и *операциональная* («материализация» ПИО и других идеальных сущностей) части. Во-вторых, в теоретической части выделены *математический* и *модельный* слои. Модельный слой содержит понятия: 1) физического объекта (системы) А (ПИО) и его состояний ($S_A(t)$) в момент времени t (в классической механике – частица и ее положение и скорость), 2) внешнего воздействия $F(t)$.

Связь между состояниями задается с помощью *математического слоя* (в этом его смысл и функция), в котором *уравнение движения* (УД) – центральный элемент. Уравнение движения содержит, в том или ином виде, математические образы физического объекта $f(A)$ и его состояний $f(S_A)$, а также внешнего воздействия $f(F(t))$. Без математического описания нельзя работать, нельзя предсказывать поведение физической системы, но сердцем физики является физическая модель – ВИО, состоящая из ПИО_j. Построение моделей (ВИО) является основной целью работы физика. Именно модель физического объекта определяет понимание в физике. Что ка-

сается «закон природы», то он в виде *уравнения движения* превращается в характеристику физического объекта.

Состояние физической системы – одно из центральных понятий физики (хотя в курсе общей физики и в школе, этого понятия избегают). Знание состояния задает полную возможную информацию о системе в данный момент времени, а посредством уравнения движения – и в другие моменты времени. Так в классической механике, где уравнением движения является уравнение Ньютона, для случая физической системы, состоящей из одной частицы, зная положение и скорость частицы, с помощью уравнения движения можно ответить на любой вопрос про движение частицы, как в этот момент времени, так и в любой другой. Поэтому знание положения и скорости частицы и задает состояние частицы в классической механике (это связано с типом уравнения движения).

В *операциональную часть* входят технические операции приготовления (системы и ее начального состояния) и измерения (основу последней составляют эталон и операции сравнения с эталоном). Они обеспечивают воплощение в эмпирическом материале (материализацию) идеальных объектов (с определенной точностью). Это отличает физику (и естественные науки) от натурфилософии и математики.

В результате для оснований различных разделов физики мы получаем *единую структуру базовой системы исходных понятий и постулатов* раздела физики. Все элементы этой структуры взаимосвязаны и определяются (как и основные понятия геометрии) совместно.

Второй пункт, определяющий принадлежность разделов физики к физике, задает логику упорядочения разделов физики. Он состоит в том, что все множество ПИО; создается на основе всего двух прототипов: частицы и сплошной среды (еще можно добавить волны, которые являются дочерними по отношению к сплошной среде образованиями).

Поэтому разделы физики, во-первых, разбиваются на два семейства: классическую механику – механику частиц, где состояния задаются набором величин – значениями положений и скоростей частиц, и физику сплошных сред, где состояния задаются набором функций – значениями некоторых величин во всем пространстве (3-х, 2-х или 1-мерном), занимаемом средой (это эквивалентно бесконечному числу степеней свободы), что требует другого типа измерения, использующего «пробное тело». В последнее семейство попадают механики сплошных сред (газообразных, жидких и твердых), равновесная и неравновесная термодинамика, электродинамика в вакууме и сплошной среде [1]. На базе этих «чистых» моделей создаются гибридные модели, представленные в статистической физике («молекулярная среда»), нерелятивистской квантовой механике (квантовая частица») и квантовых теориях поля.

Особое место в физике занимает *теория относительности*, которая новых ПИО не создает, но вводит переменную метрику пространства и времени, которые присутствуют во всех разделах физики. Поэтому для всех разделов физики существуют релятивистский и нерелятивистский варианты (кроме электродинамики, для которой существует только релятивистский вариант).

К этому следует добавить рассмотрение интегралов движения (энергии, импульса и момента количества движения), имеющие место во всех разделах физики. Они выделяют «кинетические состояния» – «состояния движения».

Так выглядит структура оснований раздела физики и система разделов физи-

ки, определяющих структуру современного физического знания, подробно изложенного в [1]. Полагаю, что учет этой структуры в преподавании физики, упростит для студентов понимание сложных разделов физики и подготовит их к использованию в своей будущей работе понятийных средств из любого раздела физики (сегодня физику для решения возникающих перед ним задач требуется свободное перемещение по многим разделам физики).

1. Липкин А.И. Основания физики. Взгляд из теоретической физики. М.: УРСС, 2014.

МОДЕЛЬ СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ ГЕТЕРОЯДЕРНЫХ МОЛЕКУЛ

Литинский Г.Б.

Харьков, Украина, Национальный университет гражданской защиты Украины
litinskii@yandex.ru

Модель свободных электронов (МСЭ) является простейшей квантовой моделью и широко используется в различных областях физики [1,2] и квантовой химии [3] для качественного описания электронных свойств металлов, спектров и электрических свойств гомоатомных сопряженных молекул и пр. Простота математического аппарата и аналитический характер этой модели делает её незаменимой при изложении многих важнейших квантовых понятий таких, например, как природа химической связи или зависимость длины волны поглощения от числа атомов в сопряжённых молекулах.

Например, *линейная* сопряжённая молекула, состоящей из N атомов моделируется потенциальная яма шириной $a = (N+1)l$. Уровни энергии π -электронов в такой молекуле равны:

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu a^2} n^2 = \varepsilon n^2 \quad (1)$$

где: $n = 1, 2, 3 \dots$ - квантовые числа, l – длина связи, μ - масса электрона, ε – энергия основного состояния, а нормированные волновые функции (ВФ) имеют вид:

$$\Psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a) \quad (2)$$

Основой для описания *циклических* сопряжённых молекул в рамках МСЭ является модель плоского ротатора – частицы, движущейся по окружности радиусом a , уровни энергии которого равны

$$E_m = \frac{\hbar^2}{2\mu a^2} m^2 = \varepsilon m^2 \quad (3)$$

где $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ - квантовый числа, а ВФ имеют вид:

$$\Phi_m(\varphi) = (2\pi)^{-1/2} \exp(im\varphi). \quad (4)$$

В случае *сферических* сопряжённых молекул типа фуллеренов C_n , естественной моделью является пространственный ротатор, уровни энергии которого равны

$$E_l = \frac{\hbar^2}{2\mu a^2} l(l+1) = \varepsilon l(l+1), \quad (5)$$

$l = 0, 1, 2, \dots$, а волновыми функциями служат сферические гармоники $Y_{lm}(\theta, \varphi)$.

К сожалению, распространить МСЭ на *гетероатомные* молекулы невозможно, поскольку любое усложнение потенциала приводит к несоразмерному усложнению задачи. Действительно, гетероатом в МСЭ моделируется изменением

“рельеф” дна ямы, причём более электроотрицательный атом соответствует углублению, а менее электроотрицательный – “холму” расположенному в соответствующем месте ямы.

Простейший потенциал, имитирующий такой “холм” или “яму” в точке $x = b$ это дельта-функция Дирака:

$$V(x) = A\delta(x - b) \quad (6)$$

где: $A = (\chi_0 - \chi_x)$ – разность электроотрицательностей атомов цепочки (χ_0) и гетероатома (χ_x). При этом $A > 0$ отвечает *менее электроотрицательному* гетероатому, а $A < 0$ – *более электроотрицательному*. Точное решение задачи для движения частицы в потенциале “прямоугольная яма + δ -образный потенциал” [4] достаточно громоздко. Значительно более простым и наглядным методом оценки положения энергетических уровней электрона и ВФ в такой гетероатомной молекуле является использование первого порядка теории возмущений, предложенный в [5].

Так, например, поправки к уровням энергии (1) линейной молекулы с гетероатомом, расположенным в точке b равны:

$$E_n^{(1)} = \langle \Psi_n | V(x) | \Psi_n \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi_n(x) V(x) \Psi_n(x) dx = \frac{2A}{a} \sin^2\left(\frac{\pi mb}{a}\right) \quad (5)$$

Таким образом, приближенные уровни энергии гетероатомной молекулы имеют вид:

$$E_n = E_n^{(0)} + E_n^{(1)} = \varepsilon n^2 + \frac{2A}{a} \sin^2\left(\frac{\pi mk}{N+1}\right) \quad (6)$$

где k – номер гетероатома в цепи ($1 \leq k \leq N$).

Эти уровни зависят от природы гетероатома (величины и знака A) и от места его расположения в молекуле (k).

Аналогичным образом, можно получить уровни энергии молекулы, содержащей произвольное число гетероатомов и на их основе - энергии длинноволновых переходов в этих молекулах. Получающиеся при этом выводы о зависимости энергий переходов от природы и местонахождения гетероатомов в молекуле, находятся в согласии с расчётами методом Хюккеля и, по крайней мере, качественно согласуются с экспериментальными данными о спектрах поглощения подобных молекул [6].

В случае циклической молекулы поправки к уровням невозмущённой молекулы равны [7]

$$E^{(1)}(0) = A/2\pi, \quad (m = 0) \quad \text{и} \quad E_{1,2}^{(1)}(m) = \begin{cases} 0 \\ A/\pi \end{cases} \quad (7)$$

- при $m \neq 0$ и не зависят от места расположения гетероатома (ϕ_a) так, что дважды вырожденные уровни исходной молекулы просто расщепляются на величину A/π .

Отсюда, например, следует вывод о том, что монозамещение бензола (C_5H_5 или C_6H_5Y) приводит к *батохромному* (длинноволновому) сдвигу спектра поглощения на величину $|A/\pi|$ и *не зависит от знака A* - природы заместителя.

Аналогичные формулы можно получить и для сферических сопряжённых молекул типа гетерофуллеренов $C_{19}X$ или $C_{59}X$ [8]. В этом случае аналитические выражения для энергий переходов получаются лишь для моно- и пара-дизамещённых молекул, а сами поправки находятся в качественном согласии с расчётом по методу Хюккеля.

Таким образом, модифицированная МСЭ качественно верно описывает спек-

тральные свойства гетероатомных молекул и даёт простые аналитические формулы для сдвигов соответствующих частот поглощения. Простота и наглядность этой модели позволяет использовать её при качественной интерпретации спектральных свойств молекул, а также определяет её методическую ценность – как простейшую и в то же время адекватную квантовую модель молекулы.

1. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела. – М.: Наука, 1978.
2. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980.
3. Пикок Т. Электронные свойства ароматических гетероциклических молекул. – М.: Мир, 1969.
4. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. т.1. – М.: Мир, 1974.
5. Крикунова В.Е., Литинский Г.Б., Педаш Ю.Ф. // Вестн. Харьк. Ун-та. – 2002. – №9. С. 49.
6. Свердлова О.В. Электронные спектры в органической химии. – Л.: Химия, 1973.
7. Литинский Г.Б., Педаш Ю.Ф. // Вестн. Харьк. Ун-та. – 2003. – №10. С. 33.
8. Крикунова В.Е., Литинский Г.Б. // Журн. Структ.Химии. – 2009. – №6. С. 1076.

СПЕЦИАЛЬНЫЙ КУРС «МИКРОМАГНЕТИЗМ» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»

Лукашева Е.В.

Россия, Москва, МГУ им.М.В.Ломоносова

evlukasheva@physics.msu.ru

Кафедра общей физики в рамках программы «Физика конденсированных сред и сложных систем» готовит выпускников, ориентированных на проведение теоретических и экспериментальных фундаментальных научных исследований на самом современном общемировом уровне. Система подготовки студентов базируется на глубоком изучении физических и математических дисциплин, а также, актуальных компьютерных технологий, освоение которых позволяет нашим выпускникам получать квалификацию высочайшего уровня и возможность дальнейшего повышения уровня образования, успешной научной карьеры и профессионального роста.

Программа предусматривает изучение основ электродинамики, квантовой физики твердого тела, спинтроники, оптики нано- и микроструктур, освоение теоретического аппарата термодинамики и статистической физики для описания различных сложных систем, экспериментальных методов исследования различных эффектов. Студенты осваивают компьютерное моделирование свойств метаматериалов.

Данная дисциплина относится к вариативной части блока профессиональной подготовки кафедры общей физики. Она является продолжением общих курсов «Электричество и магнетизм», «Электродинамика», «Физика конденсированного состояния вещества». Для её освоения необходимо пользоваться компетенциями, приобретёнными при освоении этих курсов, а также общих курсов математики.

В основе микромагнетизма лежит классическая феноменологическая макроскопическая теория. Она не ставит своей целью объяснение природы спонтанной намагниченности, магнитной анизотропии и других эффектов, присущих магнитоупорядоченным веществам. В теории микромагнетизма эти эффекты постулируются и учитываются соответствующим образом записанными выражениями для полной свободной энергии. Теория ставит своей задачей найти пространственное рас-

пределение намагниченности и зависимость его от времени, исходя только из выражений для свободной энергии и общих уравнений равновесия и движения вектора намагниченности.

В курсе рассматриваются различные типы магнетиков: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики и т.д. Особое внимание уделяется ферромагнетикам и ферритам. Изучаются виды взаимодействий в магнетиках. Подробно рассматриваются статические магнитные структуры, реализуемые в этих веществах, экспериментальные способы обнаружения и исследования этих структур. Во второй части курса рассматривается динамика намагниченности: микромагнитное уравнение, уравнение движения намагниченности (уравнение Ландау-Лифшица) с различными релаксационными слагаемыми, изучается ферромагнитный резонанс, выводится дисперсионное соотношение для спиновых волн в магнитных плёнках. Также изучается движение магнитных неоднородностей стационарного профиля и модель Уокера для движения доменной стенки. Внимание уделяется и колебательному движению доменной границы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить основные принципы микромагнитной теории, уметь анализировать поведение магнитных структур магнетиков во внешних полях, представлять возможности современного экспериментального исследования этих структур и их компьютерного моделирования.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ НАУКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Маркова С.Н., Матешев И.С., Туркин А.Н., Юнович А.Э.

Москва, Россия, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
snm2003@bk.ru

В процессе обучения на специальных кафедрах в университетах студентов - будущих работников научно-исследовательских институтов или исследовательских отделов крупных фирм, занимающихся разработкой наукоемких изделий, целесообразно включать в материалы спецкурсов темы, освещающие последние достижения в изучаемой области физики. Более того, такие спецкурсы становятся интереснее, если преподаватели сами являются специалистами в преподаваемой ими области физики.

В спецкурсе «Двумерные структуры и сверхрешетки в полупроводниках», читаемом на кафедре физики полупроводников для студентов 1-го года магистратуры, подробно рассматриваются физические явления в полупроводниковых гетероструктурах с одиночными и множественными квантовыми ямами, а также приборы на основе таких структур – светодиоды и инжекционные лазеры. В спецкурсах «Оптические методы в информатике», читаемом на кафедре оптики, спектроскопии и физики наносистем физического факультета МГУ им М.В.Ломоносова для студентов 4-го курса и аспирантов, рассматриваются принципы работы, конструкции светодиодов и светодиодных устройств. Ежегодно по светодиодной тематике на упомянутых выше кафедрах выполняется большое количество курсовых и дипломных работ.

В настоящее время в плане новых спецкурсов на кафедре оптики, спектроскопии и физики наносистем находится разработка спецкурса «Оптика полупроводни-

ков и светодиоды». Курс предназначен для магистров, специализирующихся на кафедре оптики, спектроскопии и физики наносистем, а также для студентов других кафедр, работа которых связана с полупроводниковыми источниками излучения. Целью курса является изучение оптических явлений в полупроводниковых материалах и структурах на их основе, являющихся базовыми для создания современных полупроводниковых светодиодов, являющихся одними из самых перспективных источников излучения для различных применений. В рамках курса предполагается обзор оптических и электрических свойств полупроводниковых материалов, изучение явления электролюминесценции, являющегося физической основой работы полупроводниковых источников излучения – светодиодов и лазеров.

Актуальность данных вопросов подтверждается тем, что Нобелевская премия по физике 2014 года была присуждена профессорам Исаму Акасаки и Хироси Аmano из Университета г.Нагоя (Япония), а также профессору Судзи Накамура из Университета Калифорнии (США) за создание ярких синих светодиодов (СД) и, на их основе, СД белого свечения [1]. Решая фундаментальные задачи о квантовых структурах малой размерности в твердых телах, лауреаты дали старт революции в прикладной проблеме освещения, которая приведет к значительной экономии электроэнергии. Присуждение премии в данном случае показывает, что нет жесткой границы между фундаментальной и прикладной наукой, они действуют вместе как единое целое.

И.Акасаки, Х.Аmano, С.Накамура совершили прорыв в создании ярких синих и белых СД на основе гетероструктур с квантовыми ямами из нитрида галлия (GaN) и его твердых растворов – нитридов алюминия галлия (AlGaN) и индия галлия (InGaN). Известно, что СД представляют собой полупроводниковые приборы — источники света, работа которых базируется на преобразовании электрической энергии в световую. Свет, отвечающий ширине запрещенной зоны, излучается при рекомбинации электронов, «накачанных» в зону проводимости, и оставшихся в валентной зоне дырок. В настоящее время излучение СД занимает широкий диапазон длин волн, от инфракрасного до ультрафиолетового. Для создания синих СД нужно было разработать технологию выращивания кристаллов высокого качества на основе полупроводниковых материалов с большей шириной запрещенной зоны. Решать задачу пришлось на уровне высоких технологий: были созданы установки для роста кристаллов методом метало-органической газовой эпитаксии, с помощью которых было обеспечено контролируемое легирование слоев широкозонных полупроводников с *p*-типом проводимости.

Для получения эффективных светодиодных структур синего цвета свечения потребовалось также разработать технологии выращивания твердых растворов на основе InGaN и AlGaN с различным содержанием индия и алюминия и создания многослойных структур InGaN/AlGaN/GaN с активной областью малой толщины – *p-n*-гетеропереходом в структурах с квантовыми ямами.

Впервые излучение, генерируемое в твердом теле при протекании электрического тока, было обнаружено Генри Джозефом Раундом в 1907 году [1]. Советский физик Олег Владимирович Лосев несколько позже — в 1920-1930-х годах – также обнаружил и подробно исследовал свечение полупроводника в месте его контакта с металлом, и отметил, что «здесь происходит совершенно своеобразный электронный разряд, не имеющий, как показывает опыт, накаливаемых электродов». Это, по существу, было открытием физического явления электролюминесценции, а также изобретением светодиода и предсказанием современной оптоэлектроники [1]. Сто-

ит отметить, что данные результаты были получены задолго до создания современной электронной теории полупроводников.

Жорес Иванович Алфёров и его группа в ФТИ им.А.Ф.Иоффе в 60-х годах прошлого века исследовала гетероструктуры соединений типа $A^{III}B^V$ на основе арсенида галлия. Было показано, что в двойных гетероструктурах $Al_xGa_{1-x}As/GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ эффективность излучательной рекомбинации — внутренний квантовый выход излучения — достигает 99.7%. За эти работы Ж.И.Алфёров (совместно с Г.Кремером) был удостоен в 2000 году Нобелевской премии по физике.

Получение синего света в полупроводниковом кристалле оказалось значительно более трудной задачей. Материалом, который смог позволить разработать синие СД, стал GaN. О создании эффективных источников излучения на основе GaN серьезно думали несколько исследовательских групп уже в конце 1950-х годов. Первые кристаллы GaN были выращены в конце 1960-х годов методом хлоридно-гидридной эпитаксии (HVPE). В 1970-х годах были разработаны новые методы выращивания кристаллов, а именно молекулярно-лучевая эпитаксия (MBE) и металлоорганическая газофазная эпитаксия (MOVPE). Первые кристаллы GaN высокого качества и с хорошими оптическими характеристиками были получены методом MOVPE в 1986 году.

На физическом факультете МГУ им.М.В.Ломоносова в 1981—1982 гг. Г.В.Сапарин с коллегами по кафедре физической электроники и М.В.Чукичев с коллегами с кафедры физики полупроводников показали, что в GaN возможна активация акцепторов Zn электронным пучком в растровом электронном микроскопе. Исследователи использовали это для оптической записи информации с шириной линии менее 1 мкм.

В конце 1980-х годов И.Акасаки, Х.Аmano и их коллеги сделали важный дальнейший шаг в этом направлении. Они продемонстрировали, что с помощью сканирующего электронного микроскопа можно создать слой GaN с активированными акцепторами Zn или Mg. Это открытие стало важным прорывом на пути к созданию *p-n*-переходов в GaN.

Дальнейшим важнейшим шагом в разработке эффективных синих светодиодов было создание технологии выращивания и легирование *p*-типа твердых растворов на основе нитридов, которые необходимы для получения гетероструктур. Такие гетероструктуры были созданы в начале 90-х годов исследовательскими группами Акасаки и Накамуры [1]. Эти важные первые шаги открыли путь к разработке эффективных синих светодиодов. Обе исследовательские группы из Японии продолжали развивать технологию производства синих светодиодов в сторону повышения эффективности и универсальности, а также расширения возможных приложений. Образцы своих синих и зеленых светодиодов Накамура прислал для исследования на физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова [2]. Эти исследования показали, что в этих синих светодиодах внешний квантовый выход излучения достигает 9% [3].

Современные эффективные СД на основе гетероструктур GaN и его твердых растворов стали результатом целой серии прорывов в физике полупроводниковых кристаллов и в физике излучающих устройств на основе полупроводниковых гетероструктур. Исследования оптических явлений в светодиодах позволили существенно повысить коэффициент вывода оптического излучения из прибора. Успешная разработка эффективных СД привела к возможности создания белых источников света. Подбирая различные люминофоры, относительную интенсивность синей

и желто-зеленой полосы, добавляя дополнительный красный люминофор, можно менять цветовую температуру белого цвета. Таким образом, оттенок белого цвета можно изменять от «холодного» до «теплого» диапазона.

Сегодня белые СД на основе GaN служат основными источниками света в дисплеях на основе жидких кристаллов — в компьютерных мониторах и экранах телевизоров, а также в большинстве мобильных устройств (телефонах, планшетах, ноутбуках и т.д.). Синие и ультрафиолетовые диодные лазеры из GaN также используются для записи в компакт-дисках DVD; они необходимы для хранения информации, включая музыку, фотографии и фильмы. Будущие применения могут включать в себя использование ультрафиолетовых СД на основе AlGaIn/GaN в системах очистки воды и воздуха, так как УФ-излучение обладает бактерицидным, противогрибковым и противовирусным действием.

В конце 2011 г. светотехнические устройства со светодиодами из GaN превысили по световой отдаче традиционные источники освещения — лампы накаливания и разрядные лампы. Помимо высокой эффективности СД имеют длительный срок службы. Это означает начало нового этапа в развитии светодиодного освещения.

Исследования и разработки во всем мире, международная научная кооперация, поддержка правительствами ряда стран создали новую светодиодную промышленность. Светодиоды белого свечения уже стали основой светотехники настоящего и ближайшего будущего. Использование трехцветных и многоцветных сборок светодиодов позволит создать динамическое управление цветовой композицией, что существенно расширит области применения светодиодных светотехнических устройств. Это, несомненно, должно принести огромную пользу человечеству, как за счет заметного снижения энергопотребления, так и за счет улучшения экологической ситуации.

Сказанное выше еще раз подчеркивает актуальность существующих на кафедрах физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова спецкурсов, освещающих вопросы светодиодов, а также перспективу разработки новых курсов такого содержания для подготовки квалифицированных кадров в данном направлении.

1. А.Н.Туркин, А.Э.Юнович. Лауреаты Нобелевской Премии 2014 года: по физике — И.Акасаки, Х.Аmano, Ш.Накамура. Природа, №1, стр. 75-81, 2015.

2. V.E. Kudryashov, A.N. Turkin, A.E. Yunovich, K.G. Zolina, S. Nakamura. Spectra of super-bright blue and green InGaIn/AlGaIn/GaN light-emitting diodes. Journal of the European Ceramic Society, 1997, v.17, Iss. 15–16, pp. 2033–2037.

3. А.Н.Туркин, А.Э.Юнович. Измерения мощности излучения голубых и зеленых In-GaN/AlGaIn/GaN светодиодов с помощью фотопреобразователей из аморфного кремния. Письма в ЖТФ, 1996, т.22, вып.23, с. 82-86.

**ПРАКТИКУМ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ДЕФЕКТОВ В РЕШЕТКАХ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ФИЗИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

Марченко А.В., Рабчанова Т.Ю., Серегин П.П., Серегин Н.П., Шалденкова А.В.
Санкт-Петербург, Россия,

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Одна из важных проблем физики высокотемпературной сверхпроводимости - это экспериментальное исследование пространственного распределения электронных дефектов в кристаллических решетках, которая определяет основные электрические свойства материала и позволяет сузить круг допустимых моделей в квантово-механических расчетах электронных свойств сверхпроводящих материалов. В принципе, пространственное распределение электронных дефектов в твердых телах может быть определено путем сравнения экспериментальных и рассчитанных параметров ядерного квадрупольного взаимодействия, описывающего взаимодействие электрического квадрупольного момента ядра-зонда с тензором градиента электрического поля (ГЭП) на ядре. В итоге оказывается возможным измерить эффективные заряды атомов, а отклонение зарядов от стандартных значений дает возможность судить о пространственном распределении электронов и дырок.

Теоретический расчет тензора ГЭП может быть проведен только в рамках модели точечных зарядов, когда рассчитывается тензор кристаллического ГЭП: для таких расчетов необходимо знание только рентгеноструктурных параметров и не требуется ввода произвольных допущений об электронной структуре материала. Однако в этом случае сопоставление расчетных параметров должно проводиться с экспериментальными параметрами, полученными для кристаллических зондов, т.е. зондов, ГЭП на ядрах которых возникает преимущественно за счет ионов кристаллической решетки. Экспериментальная информация о параметрах тензора ГЭП для твердых тел может быть получена методами ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) и мессбауэровской спектроскопии (МС) на кристаллических зондах.

В настоящей работе изложены принципы лабораторного практикума по определению пространственного распределения электронных дефектов в решетках высокотемпературных сверхпроводников, служащего в качестве одного из завершающих этапов общефизической лаборатории для студентов физического факультета Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. При организации практикума использовались методические разработки авторов [1 – 4], а также преследовались следующие цели: выработка у студентов навыков работы с массивом литературных данных, обучение современным методам обработки экспериментальных данных с использованием компьютерных технологий и закрепление знаний в области физики твердого тела, ядерной физики и квантовой физики, полученных в лекционных курсах. Непосредственному выполнению практикума предшествует вводное четырехчасовое занятие, на котором рассматриваются теоретические основы ЯМР, ЯКР и МС, расчета параметров тензора ГЭП в приближении модели точечных зарядов. Практикум проводится в осеннем семестре первого курса магистратуры, рассчитан на одно двухчасовое занятие в неделю и состоит из трех разделов: двух лекционных занятий (4 академических часа) для ознакомления с теоретическими основами экспериментальных методов и принципа-

ми расчетов тензора ГЭП и семи занятий (14 академических часов) в компьютерном классе для проведения расчетов, анализа данных и интерпретации полученных результатов.

Определение пространственного распределения электронных дефектов в кристаллической решетке сводится к определению эффективных зарядов атомов, составляющих решетку, причем эффективные заряды всех атомов в кристаллической решетке могут быть определены методом сравнения экспериментальных { постоянная квадрупольного взаимодействия зонда $[eQU_{zz}]_{\text{exp}} = (1 - \gamma)eQV_{zz}$ и параметр асимметрии тензора ГЭП $[\eta]_{\text{exp}} = \frac{V_{xx} - V_{yy}}{V_{zz}}$, здесь eQ – квадрупольный момент ядра-зонда, $|V_{xx}| < |V_{yy}| < |V_{zz}|$ – компоненты тензора кристаллического ГЭП, γ – коэффициент Штернхеймера (он учитывает экранирование кристаллического ГЭП внутренними электронными оболочками атома-зонда)} и параметров тензора кристаллического ГЭП, рассчитанных по формулам

$$V_{pp} = \sum_k e_k^* \sum_i \frac{1}{r_{ki}^3} \left[\frac{3p_{ki}^2}{r_{ki}^2} - 1 \right] = \sum_k e_k^* G_{ppk} \quad V_{pq} = \sum_k e_k^* \sum_i \frac{3p_{ki}q_{ki}}{r_{ki}^5} = \sum_k e_k^* G_{pqk},$$

где k - индекс суммирования по подрешеткам, i - индекс суммирования по узлам подрешетки, q, p - декартовы координаты, e_k^* – эффективные заряды атомов k -подрешетки, r_{ki} - расстояние от ki -иона до рассматриваемого узла. Решеточные суммы G_{ppk} и G_{pqk} подсчитываются на ЭВМ, суммирование проводится внутри сферы радиуса 30 Å. Физический смысл эффективных зарядов e_k^* – это те заряды, которые требуются для выполнения закона Кулона, действующего между ионами кристаллической решетки (однако заряды e_k^* не следует рассматривать как точные значения электрических зарядов ионов в узлах кристаллической решетки, тем не менее, эффективные заряды дают хорошее представление о валентных состояниях ионов в узлах решетки и о существенных отклонениях от стандартных валентных состояний).

Например, при расчетах тензора кристаллического ГЭП решетка $YBa_2Cu_3O_7$ должна быть представлена в виде: $YBa_2Cu(1)Cu(2)_2O(1)_2O(2)_2O(3)_2O(4)$ и индекс суммирования по подрешеткам k принимает следующие значения

$$k = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8$$

атом R Ba Cu(1) Cu(2) O(1) O(2) O(3) O(4)

Для определения зарядов атомов решетки $YBa_2Cu_3O_7$ по данным МС ^{67}Cu (^{67}Zn) и ЯКР ^{17}O должна быть составлена система семи уравнений, состоящая из

– уравнения электронейтральности

$$e_1^* + 2e_2^* + e_3^* + 2e_4^* + 2e_5^* + 2e_6^* + 2e_7^* + e_8^* = 0,$$

– уравнений типа

$$\sum_{k=1}^{k=8} e_k^* [G_{zzkl} - P_{lm} G_{zzkm}] = 0,$$

где $P_{lm} = \frac{[eQU_{zzl}]_{\text{exp}}}{[eQU_{zzm}]_{\text{exp}}}$ (индексы l и m могут иметь значения 1 и 3, 1 и 4, 3 и 4, 5 и 6, 5

и 7, 6 и 7, 6 и 8, 7 и 8),

– уравнений типа

$$\sum_{k=1}^{k=8} e_k^* [G_{xxkl} - G_{yykl} - \eta_l G_{zzkl}] = 0,$$

где η_l - экспериментальные значения параметров асимметрии тензора ГЭП для соответствующих узлов иттрия ($l=1$), меди ($l=3, 4$) и кислорода ($l=5, 6, 7, 8$).

В процессе выполнения задания студент получает в качестве объектов исследования две из набора кристаллических решеток высокотемпературных сверхпроводников: $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$, $\text{HgBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+2}$. Алгоритм операций для одной решетки:

1. Из базы полнотекстовых статей (~ 300 статей) отобрать необходимую литературу и подготовить данные для расчета тензора кристаллического ГЭП, а также данные ЯКР/ЯМР МС для соответствующих зондов (2 академических часа).

2. Используя готовые компьютерные программы провести расчеты кристаллического ГЭП для всех узлов решетки (2 академических часа).

3. Составить систему уравнений для определения величин эффективных атомных зарядов, написать компьютерную программу для решения этой системы и получить распределение электронных дефектов в решетке (3 академических часа).

1. Серегин П., Бордовский Г., Марченко А. Мессбауэровские U-минус центры в полупроводниках и сверхпроводниках. Идентификация, свойства и применение. LAP LAMBERT. Academic Publishing GmbH Co.KG.Berlin.Deutschland. 2011. 297 с.

2. Bordovsky G., Marchenko A., and Seregin P. Mossbauer of Negative U Centers in Semiconductors and Superconductors. Identification, Properties, and Application. Academic Publishing GmbH & Co. 2012. 499 pp.

3. Бордовский Г.А., Марченко А.В., Доронин В.А., Рабчанова Т.Ю., Серегин П.П. Тензор градиента электрического поля в позициях редкоземельных металлов в решетках $\text{R}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Физика и химия стекла. 2014. Т. 40. № 4. С. 575-582.

4. Nikolaeva A.V., Seregin P.P., Jarkoi A.B. Using the $^{57}\text{m}\text{Fe}^{3+}$ Mössbauer probe to determine the efg tensor parameters in the copper sites to the lattices of CuO and $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$

Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2014. № 165. С. 43-52.

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ Nd:YAG ЛАЗЕР С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ В СПЕЦИАЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Мельникова Е.А., Назаров С.А., Толстик А.Л.

Минск, Республика Беларусь, Белорусский государственный университет
melnikova@bsu.by

Использование лазерной техники для решения широкого круга научных и производственных задач, ориентация выпускников ВУЗов на использование новых прогрессивных технологий определяют необходимость качественной подготовки специалистов по лазерной физике. Специфика дисциплины предопределяет необходимость наработки практических навыков будущих специалистов, которые должны соответствовать высокому профессиональному уровню и владеть новейшими технологиями. При формировании практических умений и навыков определяющую роль играют лабораторные практикумы, которые, с одной стороны, должны отвечать современному уровню развития науки и производства, а с другой стороны, органически вписываться в структуру учебного процесса, обеспечивая соответствующие мировому уровню стандарты образования. В этой связи нужно отметить, что в настоящее время твердотельные лазеры с диодной накачкой занимают все больший сегмент рынка лазерной техники благодаря своей дешевизне, технологической простоте и высокому к.п.д.

Целью настоящей работы является разработка, изготовление и внедрение в учебный процесс учебно-исследовательского модульного комплекса на основе лазера с диодной накачкой, позволяющего выполнить следующие лабораторные работы: «Спектральные и энергетические характеристики лазерного диода накачки»; «Режим свободной генерации и пассивной модуляции добротности»; «Режим генерации второй гармоники» (рис. 1).



Рис. 1. Аprobация лазерного комплекса в учебной лаборатории

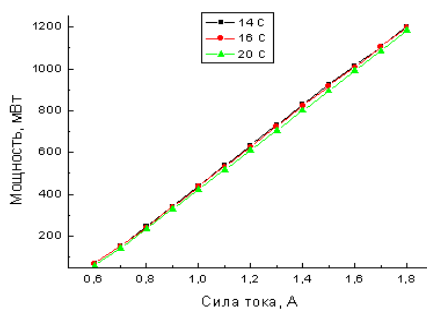


Рис. 2. Полупроводниковый диод накачки AlGaAs

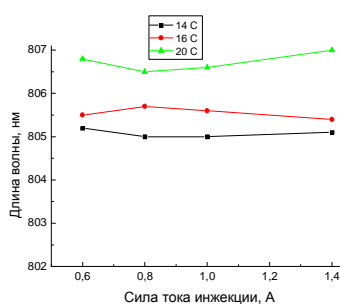
Спектральные и энергетические характеристики лазерного диода накачки

В лабораторной работе студенты знакомятся с физическими принципами работы полупроводникового диода накачки AlGaAs (рис.2), изучают его спектральные и ватт-амперные характеристики при различных температурных режимах работы и определяют оптимальную температуру диода для накачки твердотельного лазера на алюмоиттриевом гранате с неодимом (рис.3); исследуют поляризационные характеристики генерации полупроводниковых источников света, измеряют степень поляризации излучения полупроводникового диода при различных токах инжекции.

исследуют поляризационные характеристики генерации полупроводниковых источников света, измеряют степень поляризации излучения полупроводникового диода при различных токах инжекции.



а



б

Рис. 3. Температурные особенности диода накачки: зависимость мощности излучения полупроводникового диода от силы тока (а), зависимость положения максимума спектра испускания диода накачки от силы тока инжекции (б) при различных температурных режимах работы

Режим свободной генерации и пассивной модуляции добротности

В лабораторной работе студенты изучают физические принципы работы Nd³⁺:YAG лазера в режиме свободной генерации и пассивной модуляции добротности лазера (рис.4); приобретают навыки расчета геометрии и юстировки резонатора

для эффективной реализации данных режимов; экспериментально исследуют зависимости энергетических характеристик генерации лазерного излучения от мощности накачки (рис. 5а); оценивают коэффициент полезного действия лазера и пороговую мощность накачки. В рамках лабораторной работы также можно экспериментально изучить зависимость мощности излучения от полезных потерь и определить оптимальное значение полезных потерь резонатора, а также исследовать температурные зависимости мощности генерации при фиксированном значении тока инжекции. Для изучения режима пассивной модуляции добротности в данной лабораторной работе в качестве пассивного затвора используется кристалл YAG:Cr^{4+} . Осциллограмма излучения генерации DPSS-лазера в режиме пассивной модуляции добротности представлена на рис.5 б.

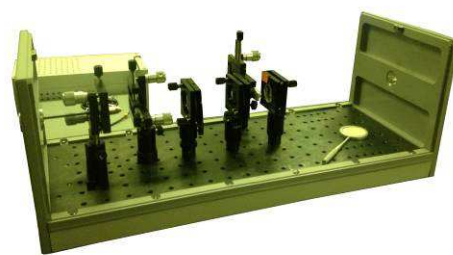


Рис. 4. $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ лазера в режиме свободной генерации

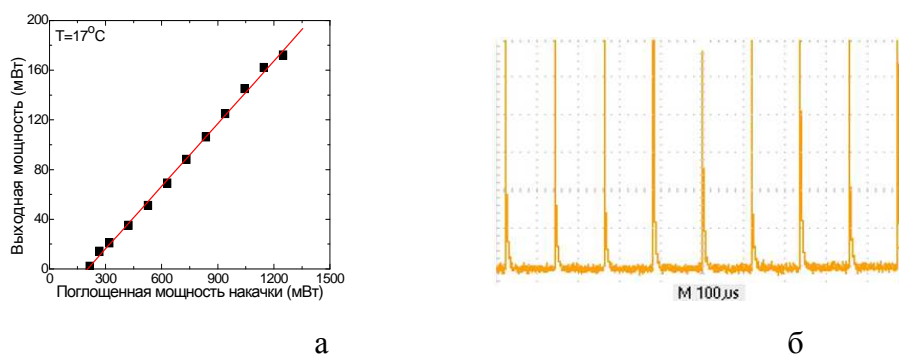


Рис. 5. Режим свободной генерации и пассивной модуляции добротности. Зависимость выходной мощности лазерного излучения полупроводникового диода от мощности накачки (а), осциллограмма излучения генерации DPSS-лазера в режиме пассивной модуляции добротности (б).

Конфигурация резонатора позволяет осуществлять генерацию на нескольких поперечных модах, что является важным моментом в методическом аспекте с точки зрения возможности изучения студентами пространственных мод генерации лазерного излучения (рис.6).

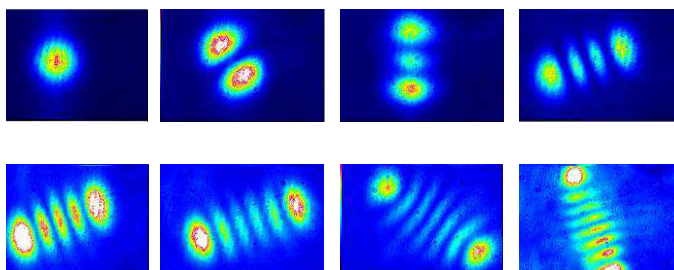


Рис. 6. Экспериментальные данные по возбуждению основной поперечной моды и мод высоких порядков

Режим генерации второй гармоники

На примере твердотельного $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ лазера с диодной накачкой студенты знакомятся с явлением генерации второй гармоники лазерного излучения (рис.7). В ходе выполнения работы приобретаются навыки юстировки резонатора для работы

лазера в режиме удвоения частоты; определяется направление фазового синхронизма нелинейного кристалла (дигидрофосфат калия (KDP)). В ходе выполнения работы студенты проводят экспериментальные исследования мощности генерации от тока инъекции и оценивают коэффициент преобразования частоты генерации. На рис.8 представлен график зависимости мощности генерации лазера в режиме удвоения частоты от мощности накачки.

Учебно-исследовательский модульный комплекс включает:

термостабилизированный лазерный диод накачки с блоком управления, малогабаритный

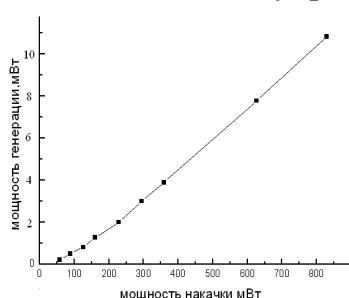


Рис. 8. График зависимости мощности генерации на удвоенной частоте от мощности накачки.

спектрометр, лазерный кристалл Nd:YAG, нелинейный кристалл удвоения КТР, пассивный затвор YAG:Cr⁴⁺, комплект механических узлов и оптических элементов для монтажа различных конфигураций лазерных резонаторов.

Разработка используется в учебном процессе кафедры лазерной физики и спектроскопии физического факультета БГУ по курсу «Физика лазеров и нелинейная оптика» и позволяет на современном научно-техническом уровне организовать учебный процесс по изучению современных методов получения лазерной генерации при возбуждении твердотельных лазерных сред с использованием продольной диодной накачки (DPSS лазеры), а также режима пассивной модуляции добротности и режима удвоения частоты.

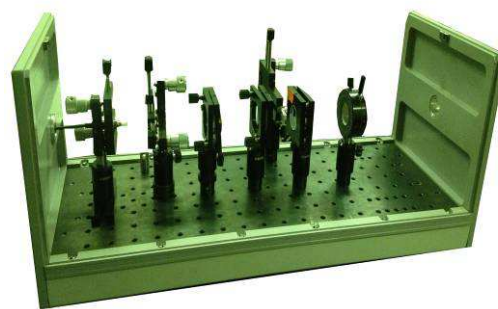


Рис. 7. Nd³⁺:YAG лазера в режиме генерации второй гармоники.

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-АТОМНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА КАФЕДРЕ ОПТИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА СПбГУ

Митюрева А.А., Павлов К.В., Чунахунова С., Куренкова А.В.

Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный университет
mitalal@mail.ru

Введение

Что представляется естественным при разработке курса и что, как показывает опыт уже проведенных занятий, должно способствовать повышению качества подготовки специалистов высшей квалификации - так это четкие, внятные формулировки и исполнение нескольких основополагающих пунктов, а именно:

- Почему, как и зачем это всё надо, т.е., короче говоря, какова цель курса
- Каковы достоинства предлагаемой темы, чего хотим добиться главным образом и, соответственно сказанному, выделение сразу некоторых положений
- Уточнение, кому предназначен предлагаемый курс, и каковы главный принцип, структура и способ его изложения
- И, наконец, основное – собственно изложение материала, а в качестве главной особенности курса, изложение и экспериментального, и теоретического

материала вместе.

В соответствии со сказанным поясним эти положения.

1. Изучение области столкновительной физики, в частности, ее *раздела – электронно-атомных столкновений* можно и нужно рассматривать в 3-х ипостасях:

а) рассматривать *с чисто познавательной точки зрения*, с точки зрения физика, когда объект исследования представляет интерес сам по себе, т.е. интересно знать, что же он представляет собой - этот объект, каковы процессы взаимодействия рассеивателя и падающей частицы, как все это взаимодействие происходит и с какой вероятностью, как можно пронаблюдать и ощутить его, как можно описать и прогнозировать и т.п.;

б) рассматривать *как способ овладения* этим знанием, т.е. рассматривать его *как инструмент* исследования, причем мощнейший инструмент, рассматривать как один из совершеннейших методов исследования вещества. На атомном уровне изучение рассеяния частиц есть одно из проявлений самого общего подхода, самого общего приема исследования чего бы то ни было – структуры, поведения и т. д. – «вы бросаете пробный камень и смотрите, что получается»;

с) и, наконец, рассматривать проблему электронно-атомных столкновения *с точки зрения приложений*, т.е. определить, каков имеется набор и каких результатов, и для чего и когда он может быть полезен, т.е. то, что ценно для приложений и является необходимым для решения других задач – набор конкретных справочных данных для вероятностей, или величин сечений конкретных процессов, могущих иметь место в интересующей потребителя активной среде.

2. *Чего хотим добиться главным образом и что можно сделать*

а) Дать основные представления о процессе рассеяния вообще. В этом смысле раздел «электронно-атомное рассеяние» есть весьма *благодарный объект*. Курс позволяет *обозреть всю проблему в целом* за довольно короткое время именно благодаря самому объекту, благодаря компактности самой проблемы. Рассмотрение всей проблемы в целом позволяет к тому же рассеять некоторые заблуждения и внести большую ясность в ряд вопросов.

б) Сделать это, а именно провести *единую, ясную линию* понимания вопроса от «А» до «Я», от начала - до конца, т. е. от постановки задачи, формулировки способов ее решения, собственно работы по ее решению, - до получения конкретной величины вероятности рассеяния, можно не столько за счет рассмотрения теоретических и экспериментальных методов решения порознь, сколько за счет рассмотрения их в одном курсе, одновременно, с более тщательным выявлением взаимосвязи между ними.

с) Существенным моментом является то, что читающий лекции является сам специалистом в области электронно-атомного рассеяния, давно и плодотворно работающим в этой области [1-3], исследующим и решающим, в частности, такие непростые проблемы как возбуждение и ионизация атомов электронным ударом из возбужденных же состояний. Им предложены оригинальные экспериментальные методы определения сечений названных процессов, впервые получены их величины, которые (методы и результаты) опубликованы в ведущих научных журналах и доложены на конференциях международного научного сообщества. Можно думать, что имеющая место быть ситуация заметно повышает ценность курса, поскольку обсуждаемый вопрос рассматривается (виден) как бы изнутри, лучше выявляются все трудности и неопределенности проблемы и большую ценность приобретают

рекомендации по их решению.

d) В конце курса предполагается овладение некоторыми приемами определения сечений электронно-атомного взаимодействия и получение определенных навыков при этом. Отмечается, что весьма важным представляется умение слушателя увидеть разные возможные пути решения вопроса и умение сопоставить определенные разными способами значения одной и той же величины, уметь распознавать достоинства и ошибки разных методов её определения и уметь состыковать данные эксперимента и теории, уметь раздвинуть допустимые области определения этой величины именно путем знания и сопоставления разных методов.

3. Курс предполагает овладение началами и теории и эксперимента, поскольку исследование электронно-атомного столкновения осуществляется *и экспериментально, и теоретически*. Соответственно этому и рассматривается два раздела курса, и на экзамене предполагается два вопроса: и по эксперименту, и по теории.

Каждый из этих разделов рассматривается не ущерб друг другу, а скорее наоборот как взаимодополняющий и обогащающий. Ясно, что сопоставление этих разделов является, с одной стороны, просто тривиальным требованием, с другой же – способствует нахождению и совершенствованию разных подходов к разрешению проблемы, и соответственно существенным представляется выявление и обозначение направлений совершенствования.

Заметим, что задачей курса не являются ни стремление к формально математически строгому изложению теории рассеяния, ни подробное описание различных экспериментальных методов и деталей установок с тщательной проработкой отдельных ее частей, и не ставится задача обзора данных по сечениям электронно-атомного рассеяния, а важным представляется рассмотрение материала *с единой точки зрения* понимания физики проблемы

Укажем, что в качестве основного из главных понятий мы рассматриваем дифференциальное сечение рассеяния, которое может определить и теория, и эксперимент как или непосредственно измеряемое, или рассчитываемое отношение потоков электронов – потоков, рассеянного и падающего на мишень, и понятие, которое можно рассматривать как определенное «стыкующее звено» между теорией и экспериментом.

Подчеркнем еще такой момент: при сравнении сечений, определенных разными методами, надо сравнивать сравнимые величины. Это, казалось бы, совершенно ясное, даже тривиальное, условие вместе с тем требует пояснений, поскольку бывает, что даже профессионалы делают это сопоставление неверно. Так вводятся понятия дифференциальных, интегральных, полных сечений, сечений возбуждения уровней, оптических, эффективных, так называемых, кажущихся сечений, сечений возбуждения каскадов и др. Все они могут быть определены разными способами, с разными возможностями и удобны для того или иного вида работы. Кроме того, многие из этих сечений являются комбинацией ряда других. Для того же чтобы понять, например, каково соотношение между сечениями разных уровней или чтобы оценить, какой способ определения является лучшим и т.п., их, естественно, надо сравнивать, не забывая при этом, однако, что все эти сечения надо четко различать! Это же не всегда делается достаточно квалифицировано и может привести к неверным выводам.

4. Курс предназначен для лиц, которые желают изучить раздел столкновительной физики – рассеяние электронов атомами – чтобы уметь пользоваться им,

уметь ориентироваться среди разных методов и способов определения сечений. Предполагается, что он должен быть интересен, главным образом, с точки зрения умения объяснить некоторые физические факты, а не для построения логического выверенного основания теории рассеяния и не для рассмотрения вопросов теории, нуждающихся в дальнейшем развитии. Предполагается, что этот курс стоит рассматривать как некоторое промежуточное звено между формально строгим (и весьма громоздким) изложением теории и набором очень конкретных чисто опытных путей определения сечений. Хотя такой способ изложения, может быть, и лишен красоты, характерной для несколько более формализованного подхода, однако он обладает тем преимуществом, что имеет тесную связь с экспериментом, его методами и фактами.

5. Главный принцип, структура и способы изложения.

В соответствии с ранее сказанным, мы полагаем, что при изложении, следует придерживаться того стиля, когда обоснованно и тщательно излагаются лишь *главные незыблемые, основополагающие моменты*, являющиеся, что называется, определенными точками опоры темы, и лишь *пунктиром намечаются* второстепенные вопросы или вопросы очень сложные для первоначального ознакомления с обсуждаемой темой.

Существенным моментом является и то, что помимо внедрения новых современных способов представления лекционного материала в сочетании с традиционными способами его подачи, предпочтение отдается все-таки классическому живому общению слушателя и его наставника как наиболее продуктивному. Так, например, демонстрация отдельных узлов конкретных экспериментальных установок, да если это к тому же связано или подтверждается собственными работами лектора, всегда вызывает живейший интерес аудитории.

Очень важна, безусловно, иллюстрация некоторых положений темы результатами новейших исследований и публикациями ведущих ученых международного научного сообщества. Важно упоминание или даже обзор актуальных проблем. Существенны рекомендации по доступу и взаимодействию с наукометрическими базами данных.

1. A. A. Mityureva, V. V. Smirnov. Excitation of heavy rare gases to metastable states by electron impact. J. Phys. B., 1994, v.27, n.9, p. 1869-1880

2. А. Н. Завилопуло, А. А. Митюрева, Е. Ю. Ремета, А. В. Снегурский, О. Б. Шпеник. Образование метастабильных атомов и молекул в столкновениях с электронами. Изд. СПбГУ, Санкт-Петербург, 2007, 346 с

3. А. А. Митюрева, Г. А. Пономаренко, И. А. Шевкунов. Определение сечений трехфотонной ионизации атома ксенона при сопоставлении её с процессом электронной ионизации. Опт. и спектр., 2014, т. 116, № 4, с. 796-800

МЕТОДОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ МАГИСТРАНТОВ

Молдабекова М.С.¹, Асембаева М.К.², Акжолова А.А.¹

¹Алматы, Казахстан, Казахский национальный педагогический университет им. Абая

²Алматы, Казахстан, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби
mairamold@mail.ru, aaa_25.04.79@mail.ru

Кредитная технология обучения предусматривает самостоятельную разработку вузом различных образовательных программ в соответствии с Национальной рамкой квалификации, профессиональными стандартами и согласованные с Дублинскими дескрипторами и Европейской рамкой квалификации. Согласно этой технологии описание уровня и объема знаний, умений, навыков, приобретенные обучающимися по завершении образовательной программы каждого уровня (степени) высшего и послевузовского образования, базируются на результатах обучения, сформированных компетенциях [1].

Отдельные практические занятия по профилирующим дисциплинам проводились на основе использования методологии решения проблем, которая, как мы полагаем, содействует формированию исследовательских компетенций магистрантов по физике. Методология решения проблем качества представляет собой учение о структуре, логической организации, методах и средствах систематического, постепенного, последовательного и компетентного решения проблем управления качеством с использованием командных форм организации работ. Эта методология, которую следует рассматривать как детализацию цикла улучшения Plan–Do–Check–Act (PDCA) Деминга [2].

Рассмотрим один из примеров выполнения фрагмента задания на практических занятиях. На лекции высказываются некоторые соображения относительно стационарных состояний, которые в то же время являются состояниями с минимальным производством энтропии, совместимым с внешними ограничениями, накладываемыми на систему [3]. Целесообразно рассмотрение вопроса начать с напоминания, что в общем случае диффузионный поток может вызываться градиентом химического потенциала, который является функцией состава (концентраций компонентов), температуры и давления. Отметим, что в изобарно-изотермических условиях в замкнутых приборах при взаимной диффузии за счет неодинаковой подвижности молекул газов и различных сечений взаимодействия частиц компонентов образуется перепад давлений, вызывающий гидродинамический поток смеси. Однако, как только система достигает квазистационарного состояния, соответствующий гидродинамический поток исчезает.

Магистрантам предлагается доказать, что в диффузионном процессе когда гидродинамический поток исчезает, производство энтропии минимально. Это задание довольно сложное, носит проблемный характер и доказательство его возможно последовательным описанием рассматриваемого процесса. Однако, могут представлять интерес и другие стороны рассмотрения данного вопроса, например, с применением методологии решения проблем, которая позволяет более детальным образом описать ход исследуемого процесса.

Методология решения проблем включает в себя четыре фазы и предусматривает выполнение следующих действий.

Планируйте (Plan). Определение проблемы (постановка вопроса). Определе-

ние теоретических положений конкретного вопроса. Анализ причин проблемы. Определение проблемных вопросов и теоретических положений. Идентификация (генерирование) возможных теоретических положений к решению задачи (основные физические законы по теме задания). Планирование действий, направленных на решение проблем (поиск недостающих данных, схематический рисунок, преобразование формул, дополнительная информация).

Описание проблемы: определяются свойства и специфика проблемы, при котором происходит инициирование деятельности магистрантов. Например, предлагается рассмотреть взаимную диффузию газов в замкнутом приборе. Проводится совместное обсуждение предложения преподавателя. Обсуждаются методы и установки для изучения взаимной диффузии, приводятся всесторонние сведения о рассматриваемой проблеме, а именно, поиск ответов на вопросы: изотермичность условия; протекает ли процесс в замкнутом приборе при изобарных условиях, т.е. постоянно ли давление; диффузия легкого и тяжелого газов, возникает ли гидродинамический поток.

Делайте (Do), выполняйте запланированное. Необходимо определить имеющуюся на начало рассмотрения проблемы фактическую ситуацию и идентифицировать всевозможные причины проблемы, для правильного и успешного ее разрешения использовать научную информацию. Ориентировкой для анализа проблемы является появление гидродинамического потока в процессе диффузии, указанное в условии задания. Заостряется внимание магистрантов на этом, так как для решения данного вопроса, необходимо конкретизировать его содержание. Эта процедура предоставляется магистрантам. Обратите внимание на то, что в условии задания указывается на исчезновение гидродинамического потока в квазистационарном состоянии.

Проверяйте (Check). Оцените результаты осуществления запланированного с помощью показателей (индикаторов) и критериев выполнения процесса. В данном случае это подразумевает выяснения причин появления гидродинамического потока в процессе взаимной диффузии; определения условия установления квазистационарного состояния и производства энтропии в рассматриваемом процессе. Проверьте, достигнуты ли цели, и сравните результаты с теорией.

Наш опыт преподавания показывает, что такой анализ условия и этапов решения проблемных вопросов требует и формирует все ценные качества умственной деятельности, гибкости и самостоятельности мышления обучающихся. Он также развивает мыслительные операции (сравнение, аналогия, абстрагирование, моделирование, обобщение и т.д.), так как в обсуждении вовлекаются методы научных исследований, тем самым, несомненно, формируются исследовательские компетенции магистрантов. Важную роль в понимании задания, как показано, играет наглядность представления процесса в совокупности всех сопутствующих эффектов и связей как теоретических, так и экспериментальных данных, необходимых для научно-исследовательской деятельности.

Действуйте (Act). Определяются результаты обучения, как на уровне задания, так и на уровне рассматриваемой теории реализацией решения проблемы и его аналитическим представлением, доказывающим исчезновение гидродинамического потока и, следовательно, характеризуемом минимальным производством энтропии. Помимо этого, рассматривается и обсуждается возможность использования полученного решения при рассмотрении других эффектов.

Этот этап предполагает способности:

- демонстрировать развивающие знания и понимание, полученные на уровне дисциплины, которые являются основой для применения идей в контексте научных исследований;

- применять усвоенные знания при решении учебно-исследовательских заданий, понимание и помощь в решении проблемы в новых или незнакомых ситуациях в рамках междисциплинарных областей, связанных с изучаемой областью;

- интегрировать знания в области макроскопических равновесных и неравновесных процессов, которые находят широкое применение при исследовании разнообразных физико-химических и технологических процессов.

Одним из наиболее значимых результатов такой подготовки может считаться развитие способностей к обобщению и анализу рассматриваемых закономерностей. При формировании у магистрантов заданной системы действий по конкретным вопросам (задачам) становится важным знание функционального назначения операций Plan–Do–Check–Act (PDCA), входящих в состав действия. Как видно из вышеизложенного, исследовательские компетенции у будущих магистрантов в процессе обучения складываются из нескольких компонентов: осознания себя в качестве исследователя, т.е. субъекта, который сам может определять цели решения проблемы и методы их осуществления. В таком понимании магистрант лишь осознав себя в роли исследователя, открывает для себя возможности активного профессионального саморазвития, преднамеренного формирования профессионально значимых компетенций.

Методология решения проблем качества обучения во многом связана с организацией учебной деятельности, умением отбирать и реконструировать содержание будущего занятия, к способам проработки каждого раздела темы дисциплины, которое приводит к накоплению профессионального опыта. В частности, обращение внимания на фундаментальное значение теоремы о минимальном производстве энтропии показывает, что стационарные состояния встречаются во многих областях природы. Например, живой организм можно рассматривать как сложную систему, если исключить в его состоянии кратковременные колебания и ритмические процессы (болезнь, сон и т.д.), то такая система будет находиться в стационарном состоянии. Таким образом, обучающиеся демонстрируют развивающие знания и понимание физического смысла содержания теоремы в его все более глубоких и многосторонних взаимосвязях. В процессе решения предложенного задания неизбежно использовались предыдущие знания, самоконтроль, выявлялись вопросы, потребовавшие дополнительного уяснения. Вместе с тем, необходимо рассмотреть и обсудить возможность использованного выработанного решения проблемы для изучения отдельных физических методов и закономерностей.

Применение методологии решения проблем для улучшения качества практических занятий позволяет правильно сформулировать задачу и выработать эффективное решение. При этом для ясного описания предложенного задания обучающиеся должны знать: какие вопросы и задачи необходимо решить; где эти вопросы и задачи возникают или имеют место; какие аспекты при этом играют существенную роль. Поэтому необходимо получить информацию из всех возможных источников по рассматриваемой теме. Если запланированное решение вызывает затруднение, то следует вернуться к первому этапу рассматриваемой методологии, произвести уточнение постановки задачи и причин ее возникновения, запланировать новый вариант проекта решения и осуществить его, оценить эффективность этого проекта по улучшению. Отметим, что рассмотренная методология решения про-

блем является наиболее общим инструментом, который может быть использован как при коллективной работе, так и в процессе индивидуальной работы каждого обучающегося.

1. Государственный общеобязательный стандарт послевузовского образования. Раздел 1. Магистратура. Утв. [постановлением](#) Правительства Республики Казахстан от 23 августа 2012 года № 1080.

2. Пономарев С.В. и др. Управление качеством процессов и продукции: в 3 кн. / под ред. д-ра техн. наук, проф. С. В. Пономарева. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012.

3. Молдабекова М.С. Термодинамика необратимых процессов: Учебное пособие.- Алматы: Казак университеті, 2004.-101 с.

ВНЕДРЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМАМ МАССОПЕРЕНОСА В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Молдабекова М.С.¹, Асембаева М.К.², Акжолова А.А.¹

¹Алматы, Казахстан, Казахский национальный педагогический университет
им. Абая

²Алматы, Казахстан, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби
mairamold@mail.ru, aaa_25.04.79@mail.ru

В современных условиях интеграционные процессы в образовании и науке остаются ведущей тенденцией, одним из важнейших факторов, обеспечивающих научно-технический прогресс. Социальная эффективность образования (образовательная и квалификационная подготовка) зависит не только от объема и качества полученных обучающимися знаний, от степени их применения, практической реализации в труде и общественной деятельности, но и от процессов интеграции образования и науки. Высокое качество подготовки специалистов может быть обеспечена тесной взаимосвязью учебного процесса с научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой, где имеются фундаментальные научные достижения, крупные технические решения, новейшие технологии и разработки. Очевидно, образовательный процесс вне научных знаний и их методов не может развиваться.

В этом качестве внедрение результатов научных исследований в образовательные программы подготовки специалистов в бакалавриате, магистратуре и докторантуре оказывает комплексное воздействие на учебный процесс. Часть решений этих вопросов связана с взаимодействием учебного процесса с научно-исследовательской работой (НИР) кафедры и может быть осуществлена включением в рабочие программы профилирующих дисциплин отдельных результатов научных исследований. Интеграционные процессы в подготовке по физическим специальностям приобретают особую актуальность в связи с тем, что современное физическое образование по своему содержанию и методам является научным, поскольку результаты научных исследований и научные методы используются для разработки масштабных планов и программ социального и экономического развития. Как известно, внедрение результатов фундаментальных теоретических исследований физики в производство революционизировало технику и технологию и заложило основу для будущих прикладных инженерно-технических исследований и разработок. Это, в свою очередь, требует разработки и совершенствования программ и содержания физических дисциплин для подготовки специалистов для производства, педагогических кадров для образовательной сферы.

В соответствии с требованиями ГОСО РК к содержанию образовательных

программ послевузовского образования, образовательной траектории, структуре и содержанию образования, оценке уровня подготовленности и академической степени, магистранты должны быть знакомы с новейшими теоретическими, методологическими и технологическими достижениями отечественной и зарубежной науки, с современными методами научных исследований, обработки и интерпретации экспериментальных данных [1]. Вместе с тем магистрам необходимо знать методологию научного познания, быть компетентными в области методологии научных исследований. Эти требования могут быть выполнены разработкой образовательных программ, включающие учебные пособия по дисциплинам, электронные учебники, презентации, интерактивные программы, средства тестирования, рабочие программы, силлабусы и др. учебно-методические документации для обучения в магистратуре, которые будут иметь конкретную практическую направленность и пройдут апробацию на кафедре, по итогам которой возможна рекомендация для внедрения в учебный процесс других вузов Казахстана.

Непрерывность и преемственность содержания образовательных программ, основанные на новых педагогических технологиях, позволяют обеспечить соответствующую связь науки с образовательной практикой. Часть решений этих вопросов связана с взаимодействием учебного процесса с научно-исследовательской работой (НИР) кафедры и может быть осуществлена как в исследовательском практикуме, где имеются объективные предпосылки для использования современной материально-технической базы специальных лабораторий и научно-исследовательских подразделений, так и на лекционных и практических занятиях.

В этой связи на лекционных и практических занятиях по теории теплопереноса нами рассматриваются некоторые фундаментальные и прикладные вопросы по молекулярной диффузии, диффузионной неустойчивости в многокомпонентных газовых системах, отражающие наши научные исследования по данному направлению науки [2-4]. При переходе системы в равновесное состояние наблюдается тенденция к выравниванию плотности, гидродинамической скорости и температуры от точки к точке. Выравнивание этих неоднородностей осуществляются путем переноса массы, импульса и энергии от одних частей газа к другим и соответственно носят название процессы переноса. Анализ процессов массопереноса позволяет изучить влияние различных условий протекания процесса на характеристики конечных продуктов разделения смесей и относящихся к течениям газов. Существуют, однако, природные явления, связанные с мультипликативным теплопереносом, в которых имеет место одновременное действие нескольких термодинамических потоков и сил. Некоторые из этих вопросов были также включены для обсуждения в содержание дисциплины. Разумеется, для того чтобы представить научную проблему в виде, пригодном для научно-методического анализа доступном пониманию обучающихся, необходимо сделать определенные предположения и ввести идеализацию. Это накладывает ограничения на область применимости окончательных результатов исследований. Математическая теория процессов переноса перегружена деталями, использует громоздкий и трудно усваиваемый математический аппарат и поэтому прямое использование в преподавании затруднительно. Это означает, что в темах для изучения, в сжатой форме должны быть изложены основные принципы теории процессов массопереноса, выделена физическая трактовка основных принципов теории и пояснена их физическая сущность.

С целью формирования фундаментальных и прикладных знаний по теории

процессов переноса в газах, например, рассматривается механизм образования бароэффекта в бинарных и трехкомпонентных смесях. Проводимый анализ эффекта поясняет его физический смысл и показывает, что для многокомпонентных систем наложение гидродинамического переноса на собственно диффузионный не приводит к простому выравниванию потоков компонентов. Это явление, в сущности, и выражает отличие от бинарной системы, когда суммарный перенос компонентов зависит не от одного, а от двух независимых градиентов концентраций компонентов.

Здесь мы вновь обращаем внимание на одну из характерных особенностей многокомпонентной диффузии, присутствие эффектов Тура [2], обнаруженные в наших исследованиях. В результате обучающиеся знакомятся с новейшими теоретическими, методологическими и технологическими достижениями в области массопереноса, с современными методами научных исследований, обработки и интерпретации экспериментальных данных. Следовательно, роль научных исследований в подготовке специалистов заключается в формировании необходимого для профессиональной деятельности уровня умений и навыков, обеспечивающих самостоятельный поиск эффективных решений поставленных научно-исследовательских задач. Весьма важная задача – формирование умения применять изученные понятия на практике к новым фактам, явлениям и процессом, с которыми обучающиеся еще не встречались.

В таблице 1 представлен один из вариантов уровней усвоения предметных компетенций в научно-исследовательской деятельности обучающихся на занятиях. В рамках поставленных задач обучающийся овладевает характерными для специальности методами научной деятельности, способствующие формированию профессиональной компетентности.

Таблица 1. Уровни усвоения предметных компетенций

Частично-поисковый (эвристический)	Продуктивный (исследовательский, творческий)	Продуктивный (исследовательский, самоорганизующийся)
Обучающийся способен разоб- раться условия введения новых понятий в теоретические рассу- ждения, сформулировать их, провести анализ, подходить с раз- личных точек зрения, но в цело- стном решении проблемы за- трудняется. Действия обучающе- гося имеет творческий характер, опосредуемый через воздействие различных факторов, связанных с замыслом и результатом реше- ния проблемы.	Обучающийся без затруднения спосо- бен переходить от одной умственной операции (вывод формулы) к другой (построение уравнения для описания рассматриваемой ситуации и его реше- ние), творчески подходить к познанию закономерностей процесса, предложен- ного в задании. Его компетентность выражается в умении увидеть основные проблемы вопроса, требующего реше- ния и находить пути её изучения, новые факты и связи в закономерностях, вы- двигать свои объяснения, в результате чего складывается определенный меха- низм разрешения противоречий при принятии решения.	Обучающийся способен самореализоваться, други- ми словами, способен преодолеть междисципли- нарные барьеры и попы- таться взглянуть по- новому на проблемы, в результате происходит самораскрытие его сущно- стных сил и личностное развитие, наблюдается качественное изменение творческого потенциала личности.

В результате нашего исследования установлено, что реализация непрерывной подготовки на основе внедрения научных исследований по проблемам массопереноса в учебный процесс дает возможность овладения различными уровнями профессиональной компетентности, как: способностью определить характер поисковой литературы и систематизировать экспериментальные и табличные дан-
ные по литературным источникам; знанием методов обработки результатов иссле-

дования; умением устанавливать аналитические зависимости, выражающие количественные соотношения между переменными, оценки погрешности результатов и проведением корректирующих мер; умением оформления результатов: написание отчета, подготовка доклада, презентации к защите курсовой, выпускной работы и итогов научно-производственной, педагогической практик.

В заключение можно отметить, что внедрение научных исследований в учебный процесс приводит к реальному формированию профессиональной компетентности, т.е. повышению качества подготовки специалистов в университете.

1. Государственный общеобязательный стандарт послевузовского образования. Раздел 1. Магистратура. Утв. [постановлением](#) Правительства Республики Казахстан от 23 августа 2012 года № 1080.

2. Косов В.Н., Селезнев В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях.- Екатеринбург: Институт теплофизики УрО-РАН. 2004.- 149 с.

3. Жаврин Ю.И., Молдабекова М.С., Поярков И.В., Мукамеденкызы В. Экспериментальное исследование диффузионной неустойчивости в трехкомпонентной газовой смеси при нулевом градиенте плотности //Письма в ЖТФ.- 2011.- т.37, вып.15. С.62-68.

4. Жаврин Ю.И. Молдабекова М.С. Асембаева М.К. Исследование диффузионного смешения тройных газовых смесей методом Стефана-Максвелла при различных концентрациях и давлениях// Материалы Девятой Международной теплофизической школы, 6-11 октября 2014 г., Таджикистан. Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий.-Душанбе-Москва-Тамбов, 2014. - С. 377-384.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ В СИСТЕМЕ УМК ПО ФИЗИКЕ

Монастырский Л.М.

Ростов-на-Дону, Россия, Южный федеральный университет

lmm@aanet.ru

В соответствие с переходом на новые ФГОСы, необходимо резко (чуть ли не в два раза) уменьшить число аудиторных занятий со студентами, увеличивая при этом долю их самостоятельной работы. Введение такой системы обучения в вузе сдерживается резким падением уровня школьной подготовки будущих абитуриентов вуза. Одной из причин этого (но не единственной) является необходимость подготовки учащихся выпускных классов к ЕГЭ. Часто возникающий при этом формализм лишает большинство школьников умения физически мыслить, делая их тем самым не готовым к обучению в вузе.

Таким образом, возникла настоятельная необходимость приспособить процесс преподавания в вузе к этой реальности. Существует и серьезная проблема с нормативной базой, обеспечивающей этот процесс.

Единственным нормативным документом, определяющим содержание и методический уровень преподавания общей физики в российских вузах, является Примерная программа по физике, опубликованная в бюллетене № 4 НМС по физике. Эта программа адресована классическим университетам и другим вузам. Она определяет фактически дифференцированность образования в соответствии с возможностями каждого студента. Все определяется трудоемкостью соответствующего курса. Программа минимального уровня (8–10 зачетных единиц) предполагает способность студентов воспроизводить типовые ситуации, использовать их в решении простейших задач. На этом уровне рассматриваются только модельные представления, описывающие достаточно ограниченный круг экспериментальных

ситуаций. Базовый уровень программы рассчитан на 10–14 зачетных единиц и предполагает способность решения сложных задач, требующих знания всех разделов физики. Наконец, расширенный уровень (14–20 зачетных единиц) обеспечивает способность к построению и анализу развитой теоретической модели [1].

Для обеспечения такой формы преподавания нами разработаны технологические карты (траектории образования) для студентов физических факультетов университетов. По каждому разделу курса общей физики создаются три технологические карты, обеспечивающие студенту возможность получить минимального, базового и расширенного уровня образования. Технологическая карта каждого уровня имеет модульную структуру и содержит:

- программу соответствующего раздела курса общей физики,
- перечень выносимых на экзамен вопросов,
- вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение,
- задания для самостоятельной работы студентов,
- основную и дополнительную литературу,
- глоссарий.

Практика использования таких технологических карт в процессе преподавания курсов механики и молекулярной физики показала их удобство для студентов и вызвала у них достаточный интерес. В настоящее время разрабатываются такие технологические карты по остальным разделам курса общей физики.

1. Кожевников Н.М. Эволюция курса общей физики от Хвольсона до наших дней. Физика в системе современного образования (ФССО – 2013): материалы XII Международной научной конференции. Петрозаводск, 3-7 июня 2013 г.: в 2 т. Изд-во ПетрГУ, 2013, т.1, с. 30-31.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ВОЛНОВЫХ УРАВНЕНИЙ И ОБОБЩЕНИЙ, ВЕДУЩИХ К УРАВНЕНИЮ ДИРАКА

Мубаракшин И.Р.

Йошкар-Ола, Россия, Марийский государственный университет
mubair@mail.ru

Волновые уравнения для микрочастиц играют роль уравнений движения в квантовой теории. В данном случае имеются в виду уравнения Шредингера, Паули, Клейна-Гордона-Фока и Дирака.

Для сопоставления этих уравнений, раскрытия их взаимосвязи, места и значения в квантовой теории удобно воспользоваться следующей схемой в виде таблицы.

	Бесспиновые частицы			Частицы со спином
Нерелятивистская область $v \ll c$	Уравнение Шредингера (1926 г.) \downarrow	→	→	Уравнение Паули (1927 г.) \downarrow
Релятивистская область $v \sim c$	\downarrow Уравнение Клейна-Гордона-Фока (1926 г.) \rightarrow	→	→	\downarrow Уравнение Дирака (1928 г.)

При комментировании можно выделить следующие моменты:

1. Разные причины и пути обобщения уравнения Шредингера:
 - а) опыт (спин), уравнение Паули - горизонтальная стрелка;
 - б) требование релятивистской инвариантности (СТО) – вертикальная стрелка.
2. Одинаковые требования (свойства), предъявляемые к уравнениям: квадрирование, уравнение непрерывности для наблюдаемых, закон сохранения.
3. Выполнение принципа соответствия на каждом этапе.
4. Недостаточность только одного какого-либо обобщения (поправки одного порядка), стрелки к уравнению Дирака.
5. Эвристические приемы в совокупности с общефизическими принципами создают иллюзию «вывода» новых уравнений из старых. Критерием правильности остается опыт, эксперимент.
6. «Сила» и возможности научной эвристики.

Перечень, конечно, не является исчерпывающим. В зависимости от аудитории и предмета таблицу можно комментировать с различной степенью подробности и использовать как для профессионального физического образования, так и для раскрытия современной естественнонаучной картины мира.

Соотношение между теорией спина Паули и теорией Дирака, на наш взгляд, несколько упрощают. Так, например, в учебнике Блохинцева Д.И. [1] написано: «Заметим, что в настоящее время существование спина электрона может рассматриваться как следствие из релятивистской теории электрона, развитой Дираком.» И далее в сноске: «П.А.М. Дирак показал, что из релятивистского уравнения для движения электрона автоматически вытекает, что электрон должен обладать магнитным моментом и механическим моментом, и, таким образом, дал теоретическое обоснование гипотезе Уленбека и Гаудсмита.» Аналогично в Физической энциклопедии [2] сказано: «В математический аппарат нерелятивистской квантовой механики спин был введен Паули; при этом описание спина носило феноменологический характер. Наличие у электрона спина и спинового магнитного момента непосредственно вытекает из релятивистского уравнения Дирака (которое для электрона в электромагнитном поле в пределе малых скоростей переходит в уравнение Паули для нерелятивистской частицы со спином $\frac{1}{2}$).»

Рассмотрим более подробно как причудливо переплелись как будто не связанные друг с другом пути релятивистского и «спинового» обобщений. 1) Паули показал как можно включить описание спина в математический аппарат нерелятивистской квантовой механики, введя многокомпонентную волновую функцию соответственно внутренней, спиновой, степени свободы. При этом все «положительные» качества уравнения Шредингера сохранились, а сам спин выступает как самостоятельная независимая характеристика частицы. 2) Построение обобщения уравнения Шредингера в соответствии с релятивистской парадигмой упирается в проблему «квадратного корня». Чтобы обойти эту проблему, выражение для энергии возводят в квадрат и приходят к уравнению Клейна-Гордона-Фока. В этом уравнении обнаруживается «дефект» - утрата положительной определенности квадратичной формы, которая должна соответствовать плотности числа частиц (видимо, это плата за возведение в квадрат), но релятивистская инвариантность уравнения для скалярной частицы достигнута. 3) Соединение обоих обобщений позволило Дираку разрешить проблему «квадратного корня», причем, именно, соединение, поскольку изначально (a priori) вводится многокомпонентность волновой функции и тем самым закладываются спиновые степени свободы. Используя мат-

ричную форму волновой функции, по сути спиновые степени свободы, Дираку удалось линеаризовать выражение для энергии (извлечь квадратный корень из оператора). При этом «дефект» уравнения Клейна-Гордона-Фока для нового уравнения, уравнения Дирака, не повторился. 4) Спин, спиновый механический момент частицы, в теории Дирака в отличие от теории Паули перестал быть независимым, поскольку определяется как дополнение орбитального момента до сохраняющейся величины при движении в центральном поле. 5) Спиновый магнитный момент частицы в теории Дирака совпадает с магнитным моментом, постулировавшимся в теории Паули, только в нерелятивистском приближении, а при переходе к релятивистскому приближению дираковский магнитный момент обращается в нуль. [3]

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. Изд-е 5. – М.: Наука, Глав. ред. ФМЛ, 1976. – 664 с. – С.249.

2. Физическая энциклопедия. Т. 4. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – 704 с. – С. 631.

3. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, Глав. ред. ФМЛ, 1979. – 528 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Остроумова Ю.С.¹, Соловьев В.Г.², Ханин С.Д.³, Яников М.В.²

¹Санкт-Петербург, Россия, Военная академия связи им. С.М. Буденного

²Псков, Россия, Псковский государственный университет

³Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
sinklit@mail.ru

Одной из проблемных зон развития физического образования было и остается повышение его действенности. В ряду стоящих при этом задач видное место занимает формирование у обучающихся готовности к применению фундаментальных знаний, к освоению нового для них, лично- и профессионально значимого содержания перспективных направлений научно-технического развития [1]. Для физика-исследователя это содержание актуально в силу первостепенного значения развития современных наукоемких технологий как области приложения физических знаний, для физика-инженера – в силу востребованности физических знаний как ориентационной и методической основы его профессиональной, разработческой и технологической деятельности, для будущего учителя физики – в силу необходимости освоения для решения образовательных и исследовательских задач.

Настоящая работа посвящена развитию подходов к формированию у обучающихся опыта применения фундаментальных знаний для изучения проблематики перспективных научно-технических направлений. В качестве предметного материала выступают, главным образом, фотоника и плазмоника, которые приобрели приоритетное значение в современном научно-техническом развитии [2]. Основанием для конкретизации предлагаемых подходов в их практической реализации является опыт, накопленный авторами при преподавании дисциплин “Физические основы и методы создания современных твердотельных устройств” в Российском государственном педагогическом университете им. А.И. Герцена и “Основы физики фотонных кристаллов и фотонно-плазмонных структур” в Псковском государ-

ственном университете.

В основу предлагаемых методических подходов положены следующие ведущие идеи.

1. В качестве базовых для освоения нового содержания должны выступать ключевые для физического образования знания и методы.

2. Интеграция проблематики современных научно-технических достижений в содержание предметной подготовки по физике должно усиливать как его прикладную составляющую, так и фундаментальность физики как учебной дисциплины.

3. Синтез фундаментальных и прикладных знаний может осуществляться в рамках обновления содержания традиционно изучаемых физических дисциплин и постановки новых, посвященных изучаемой области знаний, специальных дисциплин.

4. Освоение нового для обучающихся содержания должно осуществляться в координированных по тематике различных формах занятий – лекционных, практических, лабораторных, внеаудиторных.

5. Для освоения изучаемого материала должны привлекаться методы и средства исследовательского и проектного (проектно-исследовательского) обучения.

Преследуемые авторами ценностно-целевые ориентиры состоят в следующем:

- в сокращении неоправданно сильного отставания содержания физики как учебной дисциплины от содержания физики как современной науки;
- в преодолении разрыва между фундаментальными и прикладными знаниями, сепаратности в их освоении, синтезе знаний на актуальной для науки и практики предметной основе;
- в повышении уровня мотивации студентов к овладению фундаментальными физическими знаниями и методами;
- в актуализации базовых подходов и методов физики.

Рассмотрим некоторые особенности реализации предлагаемых авторами методических подходов к формированию умений применения фундаментальных знаний для освоения содержания перспективных направлений научно-технического развития в рамках теоретической и экспериментальной подготовки студентов по курсу «Основы физики фотонных кристаллов и фотонно-плазмонных структур». Необходимость изучения этого курса в университете связана с тем, что концепции фотонных кристаллов (ФК) и метаматериалов совместно с наноплазмоникой составляют ядро современной нанофотоники. Последняя направлена на получение функциональных структур, которые способны формировать, управлять и преобразовывать потоки электромагнитной (ЭМ) энергии в масштабе расстояний, начиная от долей длины волны, и будет, по-видимому, определять научно-технический прогресс в области средств коммуникаций и информационных технологий в XXI веке.

Теоретической базой рассматриваемого курса служат ключевые для содержания обучения физике знания, полученные ранее студентами при изучении классической электродинамики, оптики, квантовой механики и физики твердого тела. Теория распространения ЭМ волн в ФК, представляющих собой системы с периодически меняющимся показателем преломления, опирается на уравнения Максвелла, лежащие в основе классической электродинамики. При этом следует обратить внимание студентов на аналогию между квантовомеханическим подходом к рассмотрению движения электрона в кристалле и электродинамическим описанием распространения ЭМ волн в ФК. Полезно также указать на единый подход к рассмотрению брэгговской дифракции рентгеновских лучей в кристаллах и видимого

ЭМ излучения в ФК, в качестве которых предлагается подробно рассмотреть синтетические опалы, трехмерная упорядоченная структура которых представляет собой систему плотноупакованных глобул с диаметрами порядка 100 нм.

Теоретическое изучение материала дополняется экспериментальным изучением оптических свойств фотонно-кристаллических структур на основе опалов в университетской физической лаборатории в ходе выполнения работ физического практикума. При этом студентам предлагается выполнить следующие задания [3, 4]:

1. Исследовать спектры брэгговского отражения опалов при различных углах падения света на плоскость (111) образца.

2. Определить из полученных экспериментальных данных диаметр сфер исследуемого опала D .

3. Сравнить полученный результат с величиной D , полученной независимым методом атомно-силовой микроскопии с помощью сканирующего зондового микроскопа “Nanoeducator” и оценить погрешности измерений.

Значительное расширение функциональных возможностей ФК на основе опалов связано с созданием сложных гибридных металло-диэлектрических плазмонно-фотонных кристаллов, состоящих из различных комбинаций слоёв коллоидных ФК в контакте с тонкопленочными плазмонными кристаллами [4]. В последнем случае наблюдаются дополнительные эффекты переноса энергии вдоль границы металл-диэлектрик за счёт поверхностных плазмон-поляритонов (ППП). В связи с этим во второй части курса рассматривается распространение поверхностных ЭМ волн вдоль границы раздела «металл-диэлектрик», излагаются основы наноплазмоники, обсуждаются ее возможные практические приложения. В качестве примеров рассматриваются различные гибридные фотонно-плазмонные кристаллы на основе опалов. Слушателям предлагаются для обсуждения различные методы возбуждения и экспериментального исследования ППП, результаты и интерпретация конкретных экспериментов, проведенных современными исследователями.

Опыт освоения содержания перспективных направлений научно-технического развития на основе фундаментальных физических знаний успешно формируется во время исследовательской и проектной деятельности студентов в рамках НИРС, УИРС, работы в кружках студенческого научного общества (СНО), при подготовке курсовых и выпускных квалификационных работ и т.п. При этом для самостоятельной исследовательской и проектной деятельности студентов могут быть предложены, например, следующие темы:

- изготовление модели фотонного кристалла («яблоновита») и постановка соответствующего демонстрационного эксперимента в СВЧ-диапазоне ЭМ волн [3, 5];

- постановка новых лабораторных работ, посвященных моделированию решения задач теории протекания [6, 7];

- теоретическое и экспериментальное изучение резонанса Фано и его проявлений в различных областях физики [8].

В докладе приводятся и другие конкретные примеры реализации развиваемых методических подходов, которые подробно изложены в готовящемся к изданию учебном пособии авторов.

1. Остроумова Ю.С. Обучение физическим основам современных наукоемких технологий при подготовке педагогических кадров: вопросы теории и практики: Учебное пособие. СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. 123 с.

2. Колесников Ю.Л. Современная фотоника и подготовка кадров [Текст] / Ю.Л. Калашников, Н.В. Никоноров // Физическое образование в вузах [Текст]. - 2013. - Т. 19.- № 1. - С. 19-24.

3. Дашина А.Ю., Иванова М.С., Соловьев В.Г., Ханин С.Д., Яников М.В. Элементы физики низкоразмерных систем в подготовке педагогических кадров // Физическое образование в вузах. 2009. Т. 15. № 4. С. 30–38.

4. Яников М.В., Романов С.Г., Соловьев В.Г. Изучение оптических свойств фотонных кристаллов и основ наноплазмоники в университетском курсе физики // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». 2013. Вып. 2. С. 205–213.

5. Иванова М.С., Соловьев В.Г., Щесняк Г.Н. Моделирование фотонных кристаллов // Учебная физика. 2009. № 2. С. 29–34.

6. Ханин С.Д., Потапова Д.А. Задачи теории протекания в учебных экспериментах курса физики конденсированного состояния вещества // Физическое образование в вузах. 1999. Т.5. № 4. С.136–141.

7. Дашина А.Ю., Соловьев В.Г., Ханин С.Д., Шаронов В.А. Учебный физический эксперимент по теории протекания в лабораторном практикуме педагогического вуза // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Вып. 24. М.: ИСМО РАО, 2006. С. 37–38.

8. Яников М.В., Вейсман В.Л., Романов С.Г., Соловьев В.Г. Экспериментальное изучение резонанса Фано в университетском курсе физики // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Вып. 25. М.: ИСМО РАО, 2015. С. 96–98.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ КРЕДИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Пономаренко Е.В.¹, Косов В.Н.²

¹Шымкент, Казахстан, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, odinzova2005@mail.ru

²Алматы, Казахстан, Казахский национальный педагогический университет им. Абая

С целью признания национальных образовательных учебных программ на мировом уровне, обеспечения мобильности обучающихся, преподавателей, а также повышения качества образования, во всех высших учебных заведениях Республики Казахстан, независимо от форм собственности, реализуется единая кредитная технология обучения. Согласно нормативным документам, под кредитной технологией понимается «обучение на основе выбора и самостоятельного планирования обучающимся последовательности изучения дисциплин с использованием кредита как унифицированной единицы измерения объема учебной работы обучающегося и преподавателя», а к основным задачам организации учебного процесса относятся: «унификация объема знаний; создание условий для максимальной индивидуализации обучения; усиление роли и эффективности самостоятельной работы обучающихся; выявление реальных учебных достижений обучающихся на основе эффективной процедуры их контроля» [1].

Как видим, *унификация объема знаний* является первой задачей организации учебного процесса по кредитной технологии. Слово «унификация» (от лат. *unio* - единство и *fasere* - делать) означает приведение к единообразию, единой норме, форме. Синонимом унификации выступает стандартизация. Стандартизация/унификация знаний воспринимается двояко – позитивно, по причине возможности

формирования единых требований к подготовке выпускников, высокой степени совместимости, унификации и признания дипломов об образовании в мировом масштабе, либо негативно, в плане отсутствия гибкости, возможности вносить изменения, подавления творчества и лишения свободы выбора как вуза в целом, так и студента/преподавателя. Не вызывает сомнения, что *унифицированный специалист* далеко не всегда будет соответствовать запросам конкретного работодателя, особенно если речь идет о педагогических специальностях, специальностях искусства и проч. Очевидно, следует придерживаться правила «золотой середины» - допустить, что творческий характер обучения не всегда отрицает полезность и разумность его алгоритмизации/стандартизации/унификации. Это правило особенно важно для вузовских педагогов, не имеющих педагогического образования, поскольку их профессиональная деятельность базируется исключительно на опыте и интуиции, а не на знаниях законов дидактики.

Как обеспечить одновременное повышение эффективности кредитной технологии обучения и снижение затрат на подготовку специалиста? Анализ рынка труда показывает, что сегодня востребованы такие качества, как умение применять знания в решении личных и профессиональных проблем, коммуникабельность, ответственность, рефлексия, работоспособность, готовность к сотрудничеству и кооперации, инициативности. Основным показателем качественной профессиональной подготовки является гарантия конкретного уровня компетентности. Иначе говоря, подготовка современных специалистов в вузе требует, чтобы методическая система предметного обучения разрабатывалась на основе компетентностного подхода. Физика не является исключением.

Анализ литературы позволил выявить большой интерес ученых-педагогов и практиков к проблеме и теме построения методических систем обучения (МСО) физике. Разработаны информационная МСО физике в школе [2], МСО общей физике будущих учителей физики [3], МСО физике на основе компьютерных и микропроцессорных технологий физического эксперимента [4], когнитивно-ориентированная МСО физике учащихся основной школы [5], МСО решению физических задач в средней школе [6] и др.

Вызывает интерес мировой опыт совершенствования обучения физике. Прочность и преемственность формирования физических знаний исследована в работе [7]. Авторами описана среда обучения, помогающая студентам освоить понятия энергии и силы на примере различных механизмов, которые трудно использовать в реальности. Данная среда имеет отличительные особенности и одновременно выполняет функции моделирования и репетиторства, устранения распространенных заблуждений. Основу составляет виртуальный эксперимент, эффективность использования которого оказывается выше, чем натурального эксперимента.

Дидактическое обеспечение новой модели обучения физике предлагается в работе [8]. Доказано, что когнитивная теория обучения является надежной основой для улучшения качества обучения при изучении газовых законов. Для практики предлагаются оригинальные дидактические средства обучения, в том числе программное обеспечение на основе интеграции Интернет-ресурсов, усиливающее творческое начало обучения в противовес зубрежке. Результаты исследований можно использовать в дистанционном обучении физике.

Однако работ, позволяющих построить МСО физике в вузе в условиях кредитной технологии, нами не выявлено. Сравнительный анализ показал, что предлагается овладение совокупностью знаний, трудно реализуемых и диагностируемых в

профессиональной практике; не обеспечено функционирование всех компонентов МСО с позиций компетентного подхода; функционирование МСО ограничивается условиями, типом организации, и т.д. Поэтому исследования проблемы и темы МСО физике должны быть продолжены.

В своем исследовании мы придерживаемся следующего определения: МСО – это открытая динамическая система, представляющая единство, взаимосвязь цели, задач, ожидаемых результатов, содержания деятельности педагога и обучающегося, методов, методических приемов, средств, форм и упражнений. Уместен вопрос, *какие изменения* должна претерпеть методическая система обучения физике в высшей школе в условиях кредитной технологии обучения и возросшего внимания к проблеме формирования компетенций будущих специалистов.

Мы преподаем физику для студентов, обучающихся по техническим специальностям (дисциплины «Физика», «Физика 1», «Физика 2»), накоплен значительный опыт работы в условиях кредитной технологии (8 лет), разработано более 15 учебно-методических комплексов (УМКД), включающих мультимедийное сопровождение всех видов занятий, виртуальные лабораторные работы, контрольные задания, тестовые вопросы и проч.

С учетом резкого сокращения времени на изучение общего курса физики (на некоторых технических специальностях – до 2 кредитов или 90 часов, включая как аудиторную, так и внеаудиторную работу), отсутствия практических/семинарских занятий по физике по отдельным направлениям подготовки, неудовлетворительных математических знаний, наличия в группах иностранных студентов, слабо владеющих языком обучения, либо не имеющих достаточных школьных знаний по физике и т.д., разработанная нами ранее методическая система обучения физике в условиях *кредитной технологии* претерпевает значительные изменения. Собственно, для каждой специальности, для каждого числа кредитов (их число колеблется от 6 до 2-х), с учетом наполняемости групп, специфики выпускающей кафедры и т.д., должна разрабатываться *отдельная* методическая система.

Но будем реалистами. Никто из практикующих преподавателей вузов не разрабатывает (и вряд ли будет разрабатывать) индивидуально по каждой студенческой группе или группе специальностей свою МСО. Однако проблему надо решать. Наш опыт работы в условиях кредитной технологии показывает, что МСО должна строиться с учетом некоторых основополагающих установок и принципов. Не претендуя на полноту и завершенность, предоставим полученные теоретические результаты.

Проблемы педагогов-практиков высшей школы в условиях кредитной технологии обучения сводятся к катастрофической нехватке аудиторного времени, отсутствию конкретных методических инструментов обучения своему предмету, дифференцированных методических указаний, устойчивых механизмов и средств диагностики формирования компетенций обучающихся [9], и т.д. Многие из названных проблем решит создание и внедрение *принципов построения* МСО. Среди *основополагающих* принципов построения МСО отметим:

- продуманное во всех деталях научно-методологическое обоснование (обеспечение диалектического взаимодействия наиболее сильных сторон компетентного, системного, деятельностного и личностно-развивающего подходов);
- механизм, создающий возможность немедленного применения знаний на практике, доминирование активных и интерактивных методов обучения;
- обеспечение достаточного уровня сложности учебной информации и зада-

ний, высокую степень самостоятельной работы обучающихся;

- обеспечение эффективности, открытости и доступности всех процедур систематического контроля и самоконтроля, коррекции знаний.

В заключение позволим себе сделать прогнозное предположение о том, что в практической реализации указанных выше принципов самым трудным окажется создание и обеспечение условий для организации эффективной самостоятельной работы студентов, а также проведение ее систематического контроля. Оправдаются ли эти предположения, покажет время.

1. Правила организации учебного процесса по кредитной технологии обучения // www.edu.gov.kz
2. Кондратьев А.С. Информационная методическая система обучения физике в школе. - СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2003. - 408 с.
3. Коломин В.И. Методическая система обучения общей физике будущих учителей физики. - Астрахань: Астраханский ун-т, 2009. - 111 с.
4. Стригин Е.Ю. Методическая система обучения физике на основе компьютерных и микропроцессорных технологий физического эксперимента. - Краснодар: КубГТУ, 2010. - 144 с.
5. Рыбкина Г.В. Когнитивно-ориентированная методическая система обучения физике учащихся основной школы. - Воронеж: Воронежский гос. пед. ун-т, 2012. – 214 с.
6. Ларченкова Л.А. Методическая система обучения решению физических задач в средней школе: монография. - Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ, 2013. - 156 с.
7. Lo H.C. Design of Online Report Writing Based on Constructive and Cooperative Learning for a Course on Traditional General Physics Experiments // Educational technology & society. Volume: 16. Issue: 1. Pages: 380-391. Published: Jan 2013.
8. Myneni L., Narayanan N.H., Rebello S., Rouinfar A., Puntambekar S. An Interactive and Intelligent Learning System for Physics Education // IEEE Transactions on learning technologies. Volume: 6. Issue: 3. Pages: 228-239. Published: Jul-Sep 2013.
9. Пономаренко Е.В. Компетентностный подход к обучению физике в высшей школе: принципы и структура // Доклады НАН РК. – 2013. - № 6. – С. 111-114.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ АГРАРНОГО ВУЗА КАК ОСНОВА ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗУЧЕНИЯ СПЕЦКУРСОВ

Попов И.В.

Воронежский государственный аграрный университет (Воронеж, Россия)
iblackmore@rambler.ru

Цели курса общей физики для студентов естественнонаучных специальностей – дать общее представление о физической картине мира, установить действующие в нем законы, изучить основные методы физических исследований и обозначить области применения этих законов и методов, сформировать общекультурные и профессиональные навыки. Без общей физики практически бессмысленно преподавание любых технических специальных дисциплин.

Лабораторный практикум как неотъемлемая часть курса физики в аграрном вузе имеет, кроме всего прочего, простой смысл для студентов «среднего» начального уровня подготовки: на примере простого (на первый взгляд) опыта показать взаимосвязь физических, биологических, химических и т.п. одновременно протекающих процессов в любом живом организме.

Как характерный пример хочу привести лабораторно-практическую работу «Изучение спектральной характеристики уха человека на пороге слышимости», предлагаемую студентам ветеринарных специальностей агроуниверситета. Не-

сложный набор оборудования (качественные генератор низкой частоты и наушники) и методически четко описанный эксперимент не обещает затруднений большинству обучающихся. Но дальнейший анализ заставляет, тем не менее, студента уяснить смысл основных физических понятий в акустике (какие волны называются **звуковыми**, что такое **частота**, **интенсивность волны**, **звуковое давление**, **акустическое сопротивление среды**, и т.д.). Дальнейшее описание процесса взаимодействия биологических объектов и звуковых волн неизбежно приводит студента к строгому определению психофизических характеристик звука - **высоты тона** (зависящей от частоты волн), **тембра** (зависящего от количества и интенсивности обертонов) и **громкости** (зависящей от частоты и интенсивности волны).

Восприятие звука высшим и млекопитающими связано как со строением слухового аппарата, так и с особенностями передачи сообщения по афферентным слуховым путям в слуховую зону коры головного мозга, где и происходит анализ звукового восприятия. По сути, в психоакустике мы имеем дело с двумя подходами к одному и тому же звуковому колебанию – объективным и субъективным. С одной стороны, звук – это объективное явление, которое описывается совокупностью физических характеристик – интенсивностью, частотой, спектром и т.д. Воздействуя на слух, звук вызывает раздражение, величина и характер которого зависят от указанных характеристик звука. Эти характеристики можно назвать **параметрами раздражения**. Раздражение вызывает субъективный эффект, который называется **ощущением** и слуховой копией физического явления. Поэтому слуховое ощущение можно разложить на ряд компонент, так называемых параметров ощущения. Каждый из параметров ощущения зависит в полной мере от всех параметров раздражения, но один из них является для него главным, определяющим, а другие – второстепенными. Этот главный параметр раздражения называют **физическим коррелятором ощущения**. Параметры раздражения можно измерить с помощью приборов, а о параметрах ощущения (громкость, высота, тембр) возможно иметь представление только на основе словесного описания их человеком, слух которого исследуют. Одним из наиболее простых опытов по установлению количественной взаимосвязи является определение **пороговых** величин, под которыми подразумевают такие параметры раздражения, при которых исследуемое ощущение только появляется. Не все изменения давления воспринимаются слухом как звук: существуют определенные границы слухового ощущения в зависимости от величины давления и его частоты (которые в данном случае являются параметрами раздражения). Минимальное звуковое давление, при котором только появляется слуховое ощущение, называется порогом слышимости. Он характеризует чувствительность слуха: чем выше порог, тем ниже чувствительность. Величина порога слышимости зависит от условий опыта, характера звукового сигнала и его частоты. Измерения порога слышимости осуществляются методом так называемого балансного регулирования. Суть метода заключается в том, что испытуемый, слушая чистый тон, который меняется по интенсивности, имеет возможность поменять направление **изменения**, как только звук станет неслышимым. Такие измерения проводятся с участием многих испытуемых, имеющих здоровый слух, в возрасте от 18 до 25 лет, причем для получения средних результатов кривые для разных испытуемых записываются на одном бланке (т.е. накладываются одна на другую). Кривая порога слышимости синусоидальных звуков, измеренная в условиях свободного поля, показана на рисунке. На графике (Рис.1): слева, по вертикали – звуковое давление, в Паскалях; по горизонтали – частота, в Герцах; справа, по вертикали – уровневая

шкала в Децибелах (целесообразность введения такой шкалы также обязательно обсуждается со студентами).

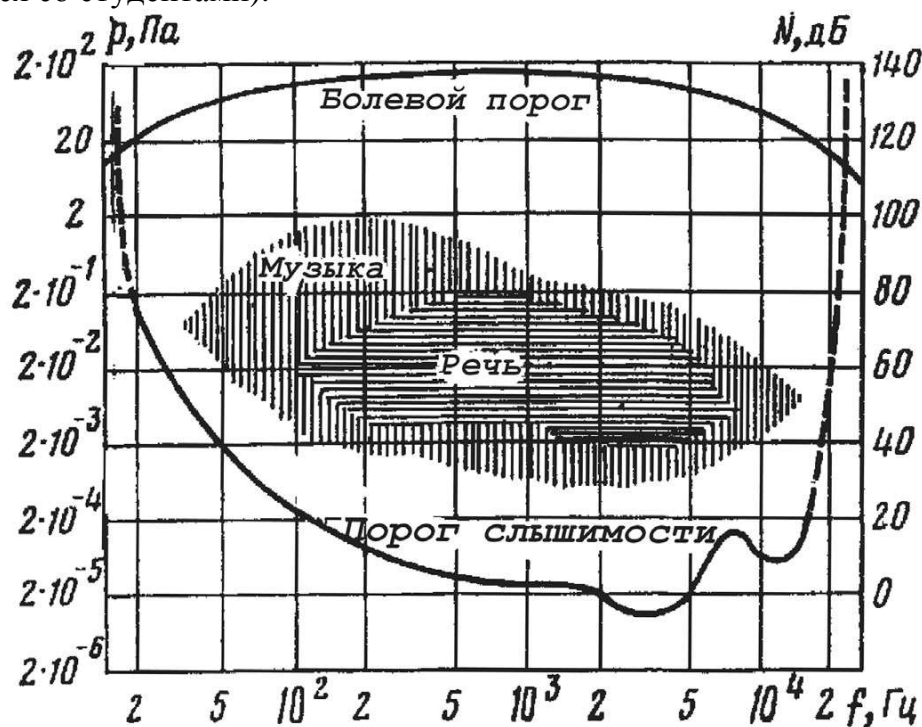


Рис. 1. Частотная зависимость болевого порога и порога слышимости

Как видим, область слышимых звуков ограничена по частоте диапазоном от **20 Гц до 20 кГц**. Звуки с более низким частотным диапазоном (до 20 Гц) называются **инфразвуками**, а с более высоким (свыше 20 кГц) – **ультразвуками**. Звуки неслышимого диапазона частот не воспринимаются органами слуха, но вызывают реакцию организма в целом. В пределах слышимого диапазона порог слышимости изменяется в зависимости от частоты. **Наибольшую чувствительность** ухо человека имеет в диапазоне частот **3000 – 3500 Гц**, где порог слышимости имеет наименьшую величину. Происходит это в результате резонанса столба воздуха в трубке внешнего слухового канала, когда его длина равна четверти длины звуковой волны. При этом давление возле барабанной перепонки, по сравнению с давлением у наружного края слухового аппарата, повышается в 2 - 3 раза. В области максимальной чувствительности слух воспринимает давление около **10^{-5} Па**. На границах слышимого диапазона в области низких и высоких частот чувствительность уха значительно понижается, что приводит к повышению порога слышимости.

Существует ограничение области слухового восприятия и со стороны громких звуков, хотя и не такое четкое, как порог слышимости. Например, синусоидальное звуковое давление с эффективным значением около **10 Па** соответствует одному из порогов, так называемому порогу **неприятного ощущения**. При давлении **60 - 80 Па** возникает ощущение давления на уши (подобно тому, что мы ощущаем в самолете, когда закладывает уши). Эта величина называется **порогом осязания**. Наконец, давление **150 - 200 Па** причиняет боль и называется **болевым порогом**. При превышении этой величины или создании ударной звуковой волны возможно механическое повреждение слухового аппарата (разрыв барабанной перепонки).

Кроме того, оказывается, что звуковое восприятие громкости звука приближенно связано с интенсивностью звука логарифмической зависимостью. Такая за-

висимость соответствует психофизиологическому *закону Вебера-Фехнера*, который является общим для всех органов чувств. Согласно этому закону прирост силы ощущения пропорционален логарифму отношения интенсивностей двух сравниваемых раздражений. Соответственно, удобно пользоваться логарифмической шкалой изменения интенсивности звука.

В ветеринарии, кроме всего вышесказанного, необходимо учитывать, что область слышимости у одних животных (например, крупного рогатого скота, кур) мало отличается от области слышимости человека, однако у других (в частности, у собак) область слухового восприятия значительно сдвинута в область более высоких частот (до 30 кГц).

Таким образом, мы проводим со студентами обсуждение биологического процесса - «слуха» - на основе физических параметров и понятий. Закладывая, тем самым, основы полноценного естественнонаучного подхода к изучению специальных дисциплин на старших курсах.

МАГНИТООПТИКА КРИСТАЛЛОВ СИЛИКАТА ВИСМУТА

Попова И.О.¹, Кастро Р.А.¹, Ильинский А.В.², Шадрин Е.Б.², Пашкевич М.Э.³

¹Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А. И. Герцена,

²Санкт-Петербург, Россия, ФГБУН «ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН»,

³Санкт-Петербург, Россия, ФГАО учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

timof-ira@yandex.ru

Изучению эффекта Фарадея и магнитооптического (МО) эффекта Керра в легированных кристаллах силиката висмута ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$), которые относятся к классу кубических нецентросимметричных оксидов вида $\text{Bi}_{12}\text{MO}_{20}$ (M: Si, Ge, Ti) и по симметрии кристаллической решетки принадлежат к пространственной группе $I23$ [1], в литературе посвящено весьма незначительное количество работ. Тем не менее, этот материал, ввиду ярких МО эффектов, может быть использован как модельный объект при изучении такого общего физического явления, как индуцированная гирация. Кроме того, удобство использования силленитов и, в частности BSO, для учебных целей обусловлено, как наличием кристаллических образцов больших размеров ($20 \times 20 \times 1 \text{ мм}^3$), так и возможностью использования ввиду сильных МО эффектов сравнительно невысоких магнитных полей с индукцией порядка 0,5 Тл и менее, легко доступных в лабораторных условиях.

Интересно, что, помимо эффекта Фарадея, в учебных целях может быть использован также магнитооптический эффект Керра, наблюдаемый в том же эксперименте. При этом, зондирующий луч гелий-неонового лазера падает перпендикулярно поверхности {100} кристалла. Одновременно в эксперименте изучается влияние внешней подсветки на МО эффекты в BSO, в виду возникновения в BSO не только магнитогирационных эффектов, но и эффектов электрогирации в электрических полях, возникающих в силленитах за счет фотовольтаических эффектов [3]. Внутренние электрические поля могут быть заэкранированы свободными носителями, генерируемыми при внешней подсветке ввиду высокой фоточувствительности кристаллов силленитов [4].

Угол поворота φ плоскости поляризации определяется выражением $\varphi = (n_+ - n_-) \pi / \lambda$, где n_+ и n_- - коэффициенты преломления право- и левоциркулярных компонент падающего линейно-поляризованного света, λ - длина волны лазерного излу-

чения, l – толщина образца вдоль направления распространения света. При исследовании эффекта Фарадея луч гелий–неонового лазера ($\lambda=632.8$ нм) дважды проходит образец: в прямом направлении (когда волновой вектор электромагнитной волны совпадает с направлением вектора индукции магнитного поля) и обратном (для исключения влияния на результаты эксперимента естественной гирации, которой обладают силлениты).

На рис. 1,а представлена зависимость угла поворота плоскости поляризации зондирующего луча ($\lambda=632.8$ нм) от напряженности магнитного поля для кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (далее BSO) вдоль направления $\langle 100 \rangle$.

Следует отметить присутствие лишь «динамических» и отсутствие «статических» гистерезисных явлений, наличие асимметрии размаха ветвей кривой, а также их нелинейность.

На рис. 1,б представлена одна из петель «динамического» (изменяющегося во времени) гистерезиса угла поворота плоскости поляризации. Время записи ветви петли составляло 10 с, постоянная времени регистрирующей системы – 0,5 с. В любой точке петли при остановке сканирования наблюдается явление релаксации верхней ветви кривой к нижней (время релаксации $\tau = 100$ с), совпадающей с кривой, представленной рис. 2,а.

При подсветке образца BSO лазерным излучением с длиной волны из области эффективной генерации фотоэлектронов ($\lambda = 532$ нм, плотность мощности $P = 100$ мВт/мм²) было обнаружено 30 % изменение величины угла поворота плоскости поляризации в магнитном поле с индукцией 0,02 Тл. Плотность мощности зондирующего излучения с длиной волны $\lambda = 632,8$ нм составляла 5 мВт/мм². При совпадении направлений вектора \mathbf{B} индукции магнитного поля и волнового вектора \mathbf{k} электромагнитного излучения подсветка уменьшала угол поворота, в противоположном случае – увеличивала.

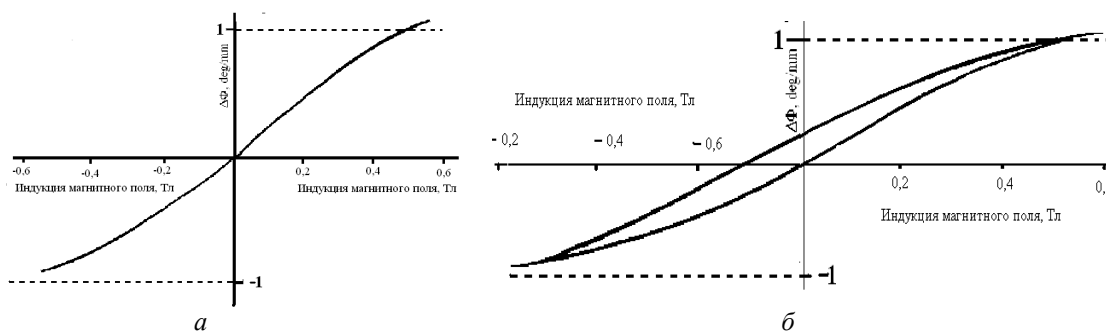


Рис. 1.а– зависимость угла поворота плоскости поляризации излучения He-Ne-лазера от величины напряженности магнитного поля в эффекте Фарадея кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Полное время регистрации кривой 30 мин. Постоянная времени системы регистрации 4 мин; б – «динамическая» петля гистерезиса эффекта Фарадея в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$; время записи петли 10 с, постоянная времени системы регистрации 0,5 с.

При выключении подсветки наблюдается явление релаксации (с временем $\tau = 100$ с) измененного подсветкой значения угла поворота ($\Delta\phi$) к исходному значению. Типичная кинетическая кривая (рис. 3), получена при $|\mathbf{B}| = 0,02$ Тл, плотности мощности подсветки $M = 100$ мВт/мм² ($\lambda = 532$ нм). При $|\mathbf{B}| = 0,3$ Тл изменение $\Delta\phi$ угла составляет 10 %.

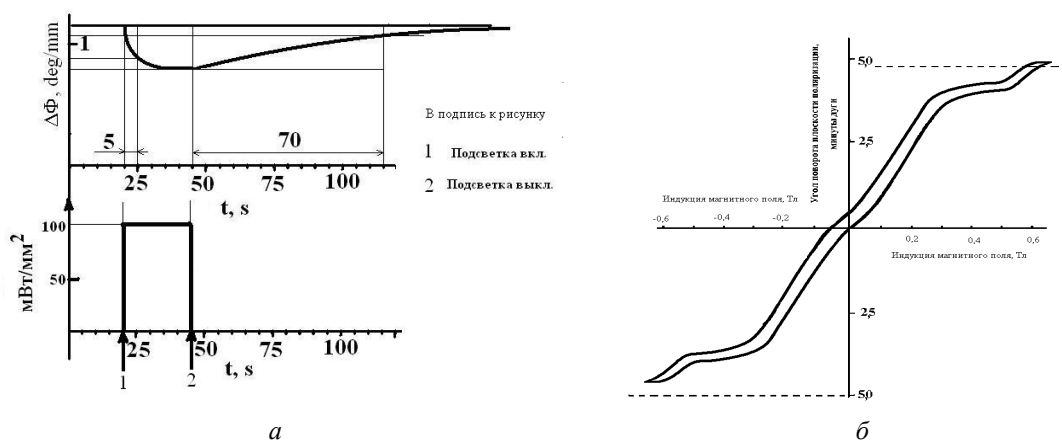


Рис. 2.а – кинетика изменения угла поворота плоскости поляризации в эффекте Фарадея кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ под влиянием подсветки фотоактивным светом с плотностью мощности 100 мВт/см² ($\lambda = 532$ нм). Напряженность магнитного поля — 200 Гс; б – МО эффект Керра на кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Полное время записи петли гистерезиса — 20 с. Постоянная времени регистрирующей системы — 1 с

На рис. 2.б представлена кривая зависимости от $|\mathbf{B}|$ угла поворота плоскости поляризации луча, отраженного от образца BSO, в полярном магнитооптическом эффекте Керра. На упомянутой зависимости имеется горизонтальный участок, присутствуют выраженная асимметрия размаха ветвей кривой и «динамический» гистерезис, а также изменение угла поворота ϕ при наличии фотоактивной подсветки.

Большая величина МО эффектов, их нелинейность по магнитному полю и подверженность влиянию подсветки могут быть интерпретированы в рамках следующей логической схемы.

В величину угла поворота, помимо киральных свойств кристаллической решетки, дают существенный вклад киральные свойства хромофорных молекулярных групп, а именно Vi-O- гептаэдров [5], что усиливает магнитный отклик.

Атомы кислорода в кристалле BSO расположены в центрах октаэдров [5] и находятся в состоянии $2s^2(1)2p^4(3)$ -гибридизации, причем две из четырех гибридных орбиталей содержат по одной неподеленной паре электронов (в скобках указаны числа задействованных в гибридизации атомных орбиталей). Наличие неподеленных электронных пар дополнительно усиливает магнитный отклик материала и делает его нелинейным. Это обусловлено прецессией в магнитном поле одиночного спина в составе σ -связи кислорода [6]. Прецессия инициирует вовлечение орбитального магнитного момента неподеленных пар в суммарный магнитный момент системы. Принципиальным для такого вовлечения является высокое значение константы Λ спин-орбитальной связи в атоме кислорода [7], дополнительно весьма сильно увеличенной за счет его взаимодействия с висмутом [8].

Кристаллическая ячейка силленита содержит четыре гептаэдра с атомами кислорода, имеющими свободные неподеленные пары электронов. Существование неподеленных пар не вызывает сомнения, так как ионы кислорода имеют три σ -связи с атомами висмута, которые располагаются не в одной плоскости, но образуют трехгранный угол. Согласно теории валентных связей, такое положение возможно лишь для случая sp^3 -гибридизации атома кислорода [$2s^2(1)2p^4(3)$]. При этом одна из гибридизованных орбиталей с необходимостью содержит, согласно теории, неподеленную пару электронов.

Атомы кислорода обладают сильным спин-орбитальным взаимодействием [7],

которое в случае силленита в несколько раз больше обычного, поскольку константа спин-орбитальной связи в атомах кислорода, входящих в состав Bi-O-гептаэдра, многократно увеличена за счет взаимодействия с атомами висмута, имеющими гигантскую константу Λ спин-орбитальной связи [8].

Напомним, что магнитные поля, обеспечивающие магнитное диполь-дипольное взаимодействие орбитальных магнитных моментов соседних комплексов, являются дальнедействующими и непосредственно зависят от константы Λ спин-орбитального взаимодействия [9] (для кристаллов кубической симметрии взаимодействие соседних орбитальных моментов пропорционально Λ^4). Орбитальное движение электронов приводит к появлению эффективного магнитного поля – поля анизотропии (порядка $10^3 - 10^4$ Гс) – даже в материалах кубической симметрии. В результате этого выстраивание орбитальных моментов во внешнем магнитном поле обуславливает нелинейный по величине $|\mathbf{B}|$ магнитооптический отклик кристалла силленита.

Для таких нецентросимметричных фотополупроводников, как силлениты, характерно проявление фотогальванических (фотовольтаических) эффектов – возникновения электродвижущей силы на освещаемом образце, которая обусловлена баллистической продольной асимметрией пространственного распределения фотоэлектронов [10]. В кристаллах без центра симметрии, таких, как силлениты, генерируемые фотонапряжения имеют величину порядка $10^3 - 10^5$ В [10]. Эти поля настолько велики, что в них наблюдается сильная рефракция (эффект Поккельса) [10], а также явление электрогирации [2]. Отсюда следует, что, ввиду высокой фоточувствительности силленитов, внутреннее электрическое поле в них может быть частично заэкранировано континуумом свободных фотоносителей заряда, индуцированных равномерной фотоактивной ($\lambda = 470$ нм) засветкой образца [3].

Таким образом, предложенная логическая схема объясняет полученные экспериментальные данные и может служить удобной моделью для изучения целой совокупности опто-магнитоэлектрических явлений.

1. Акустические кристаллы. Справочник. М.: «Наука», 1982. 631 с.
2. Deliolanis N.C., Kourmoulis I.M., Asimellis G. Apostolidis J. Appl. Phys. 2005, Vol.97. p. 023531
3. Каримов Б.Х. Вестник ЮУрГУ. 2010. № 30. С. 68–73
4. Ильинский А.В. Динамика фотоиндуцированных зарядов и полей в высокоомных кристаллах. Санкт-Петербург. Докт. дисс., 497 с., 1992.
5. Wiehl L., Friedrich A., Haussuh E. J. Phys.: Condens. Matter 2010, Vol.22 p.505401, (16p)
6. Эмануэль Н.М., Кузьмин М.Г. Экспериментальные методы химической кинетики.. М. Изд-во Московского университета, 1985. Глава «Электронный парамагнитный резонанс».
7. Минаев Б.Ф., Ящук Л.Б. Оптика и спектроскопия. 2003, Т 95, № 4, с. 596–602.
8. Москвин А.С., Зенков А.В. Физика твердого тела. 2002. том 44. вып. 10, С. 1811–1818
9. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М.: Наука, 1976. 637 с.
10. Ивченко Е.Л., Пикус Г.Е. Успехи физических наук. 1980, Т. 130. С. 415–431

ФИЗИКА ГАЗОВЫХ РАЗРЯДОВ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Прохорова Е.И., Платонов А.А.

Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет
prokhorova@petrsu.ru

Курс физики газовых разрядов является предметом технической направленности и относится к вариативной части профессионального цикла подготовки бакалавров по направлению 050100 «Педагогическое образование» (профиль «Физика»).

Тематика большинства курсов по выбору определяется научными интересами преподавателей, что гарантирует высокое качество их реализации с последующей возможностью выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ.

Целью освоения дисциплины «Физика газовых разрядов» является формирование систематизированных знаний в области физики газовых разрядов. Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения общей физики, математики и информатики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать концептуальные и теоретические основы физики низкотемпературной плазмы, ее место в общей системе наук и ценностей; историю развития и становления физики, ее современное состояние;

уметь:

- планировать научный эксперимент и исследовательскую деятельность; обрабатывать и оценивать результаты эксперимента, готовить отчетные материалы о проведенной исследовательской работе;

- анализировать теоретический и экспериментальный материал по физике низкотемпературной плазмы из различных источников с разных точек зрения, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде;

- приобретать новые знания по физике низкотемпературной плазмы, используя современные информационные и коммуникационные технологии;

владеть методологией исследования в области физики низкотемпературной плазмы.

Результаты освоения общей образовательной программы бакалавриата определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности. Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) выпускник должен обладать рядом общекультурных и профессиональных компетенций.

В результате освоения курса физики газовых разрядов студент может приобрести следующие компетенции из указанных в стандарте:

1) общекультурные компетенции (ОК):

владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования (ОК-4);

способен логически верно и аргументировано строить устную и письменную

речь (ОК-6);

готов к взаимодействию с коллегами, к работе в коллективе (ОК-7);

готов использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готов работать с компьютером как средством управления информацией (ОК-8);

способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-9);

готов использовать основные методы защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-11);

способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-12);

способен использовать навыки публичной речи, ведения дискуссии и полемики (ОК-16);

2) профессиональными (ПК) и общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

осознает социальную значимость своей будущей профессии, обладает мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности (ОПК-1);

владеет основами речевой профессиональной культуры (ОПК-3);

способен нести ответственность за результаты своей профессиональной деятельности (ОПК-4);

способен к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания (ОПК-6);

способен реализовывать учебные программы базовых и элективных курсов в различных образовательных учреждениях (ПК-1);

готов применять современные методики и технологии, в том числе и информационные, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения (ПК-2);

готов к обеспечению охраны жизни и здоровья обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной деятельности (ПК-7).

В ФГОС ВПО среди организаций и учреждений, в которых может осуществлять профессиональную деятельность выпускник – бакалавр педагогического образования, перечислены и научно-исследовательские. Научному исследователю необходимо обладать знаниями в какой-либо определенной области, умениями работать с литературой, общенаучными, теоретическими и экспериментальными навыками работы. Другими словами необходимо быть подготовленным к профессиональной научно-исследовательской деятельности. Это позволит выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, продвигаться по карьерной лестнице и быть признанным в научном сообществе.

После освоения курса физики газовых разрядов студент подготовлен к участию в проведении математического моделирования физических процессов и объектов, интерпретации полученных экспериментальных физических данных для решения теоретических и практических задач фундаментальной физики газовых разрядов.

При успешном изучении курса у студента есть возможность принять участие в подготовке статьи на конференцию и в работе конференции, а также школы молодых ученых. В результате чего приобретает опыт публичного доклада о ре-

зультатах своей работы и общения с российскими и иностранными учеными.

Также при заинтересованности научными исследованиями появляется возможность участия в гранте в качестве исполнителя, что не мало важно как с научной, так и с финансовой точки зрения. В настоящий момент экспериментальные исследования в лаборатории физической электроники кафедры общей физики Петрозаводского государственного университета проводятся при поддержке гранта РНФ 14-12-00094.

Бакалавр педагогического образования может продолжить свое обучение в магистратуре, аспирантуре и в последствии стать ученым, именно к этому его и помогает подготовить курс физики газовых разрядов.

1. ФГОС ВПО 050100 Педагогическое образование (бакалавр). Приказ Министерства образования и науки РФ № 46 от 17 января 2011 г. : [Электронный ресурс]. URL : <http://минобрнауки.рф/документы/1909> (дата обращения 19.01.15).

2. ФГОС ВПО 050100 Педагогическое образование (бакалавр). Приказ Министерства образования и науки РФ № 788 от 22 декабря 2009 г. : [Электронный ресурс]. URL : <http://минобрнауки.рф/документы/1908> (дата обращения 19.01.15).

КОМПЛЕКС ЗАДАЧ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРАКТИКУМА ПО МЕТАМАТЕРИАЛАМ: ВОЛНЫ В БИАОМНЫХ МАГНИТНЫХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ. ФОНОПОДОБНАЯ ДИСПЕРСИЯ

Радковская А.А., Прудников В.Н., Ведяев А.В., Котельникова О.А.,

Прудникова М.В., Королев А.Ф., Захаров П.Н., Белов А.А.

Москва, Россия, МГУ им. М.В. Ломоносова

a_radkovskaya@mail.ru

Современные требования, предъявляемые к специалистам, работающим в актуальных быстро развивающихся областях современной науки и техники, предполагают непрерывную разработку и внедрение инновационных образовательных программ, которые могут обеспечить оперативное включение принципиально новых знаний в учебные теоретические и практические курсы. Возникнув на стыке тысячелетий, метаматериалы (ММ) - искусственно созданные среды - привлекают к себе неослабевающее внимание исследователей во всем мире. Их отличительной особенностью является возможность реализации свойств, существенно отличающихся или принципиально недостижимых в природных материалах, например, отрицательный показатель преломления [1]. ММ представляют собой периодические системы резонансных элементов, реагирующих на магнитную и (или) электрическую составляющую электромагнитной волны. Размеры элементов и расстояние между ними много меньше длины волны электромагнитного излучения. В этом случае ММ можно рассматривать в МГц диапазоне как непрерывную среду и проводить аналогии с обычными кристаллами, где размеры атомов и молекул много меньше длины падающего света. Свойства ММ определяются свойствами индивидуальных резонаторов, и, в не меньшей степени, взаимодействием между ними, которое и приводит к новому явлению – *магнитоиндуктивным (МИ) волнам* [2]. Именно их дисперсионные характеристики определяют свойства метаматериала и особенности его взаимодействия с электромагнитным излучением. Изменяя как параметры резонансных элементов, так и взаимодействие между ними, можно создавать структуры с заранее заданными свойствами и управлять дисперсией МИ волн,

меняя ее наклон и ширину полосы пропускания.

Данная задача является частью комплекса задач по исследованию магнитных метаматериалов, разработанного на физическом факультете МГУ им.М.В.Ломоносова [3].

В данной задаче в МГц диапазоне предлагается изучить дисперсионные зависимости магнитоиндуктивных волн в биатомных метаматериалах. В частности, рассматривается аналогия между дисперсией МИ волн в аксиальной ММ структуре с *положительным коэффициентом взаимодействия* и дисперсией фононов в твердом теле [4-5]:

I) в моноатомной структуре в обеих средах распространяются прямые волны: фононы в твердом теле и магнитоиндуктивные волны в магнитных метаматериалах;

II) в биатомной структуре происходит расщепление дисперсии на две ветви – прямую, акустическую, и обратную, оптическую. Как и у фононов, акустическая ветвь всегда расположена ниже оптической.

В планарном моноатомном ММ с *отрицательным коэффициентом связи* $\kappa < 0$ дисперсия МИ волн имеет отрицательный наклон, т.е. распространяется *обратная* МИ волна.

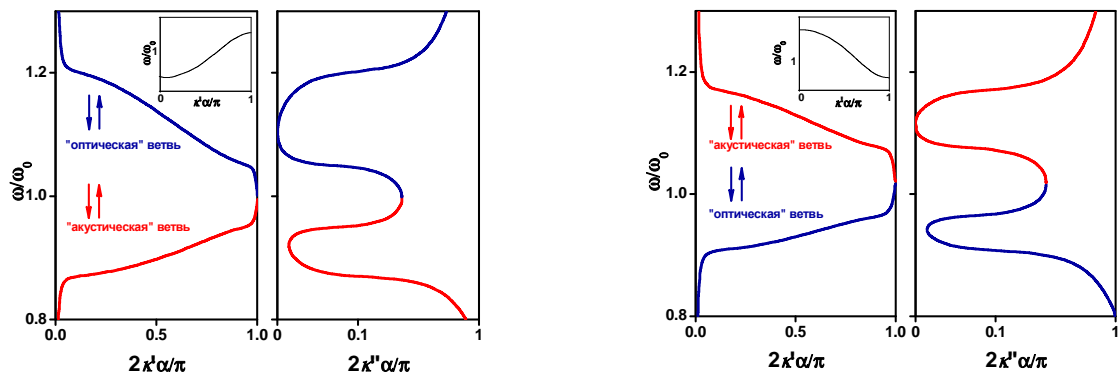


Рис.1. Дисперсия в аксиальном одномерном метаматериале, $\kappa > 0$ (слева), и в планарном, $\kappa < 0$ (справа). На вставках показана дисперсия для соответствующего моноатомного метаматериала

В биатомном планарном метаматериале также происходит расщепление дисперсии две ветви, однако теперь акустическая ветвь имеет отрицательный наклон и расположена выше оптической (Рис.1).

В отличие от твердого тела бипериодический магнитный метаматериал с соответствующим расщепление дисперсии может быть создан из «мета-атомов» одного вида, за счет изменения величины коэффициента взаимодействия в зависимости от взаимной ориентации и расстояния между «мета-атомами» [2,6]. В этом случае также будет наблюдаться расщепление дисперсии на две ветви с полосой поглощения посередине (Рис.2).

В процессе выполнения работы подтверждаются следующие основные положения:

- взаимодействие между элементами в магнитных метаматериалах в МГц диапазоне приводит к распространению магнитоиндуктивных волн;
- коэффициент взаимодействия κ обладает сильной анизотропией;
- вид дисперсии магнитоиндуктивных волн зависит от знака, а ширина полосы пропускания от величины κ коэффициента взаимодействия (в зависимости от знака коэффициента взаимодействия по структуре распространяются прямая или обратная магнитоиндуктивные волны);

- в биатомном магнитном материале, созданном из элементов двух сортов происходит расщепление дисперсии на две ветви. В зависимости от знака коэффициента взаимодействия к оптическая и акустическая ветви меняются местами.
- биатомный магнитный метаматериал можно создать из идентичных метаатомов. Полоса поглощения в этом случае находится на резонансной частоте индивидуальных элементов;
- управляя взаимодействием между элементами, можно создавать метаматериалы с заранее заданными свойствами.

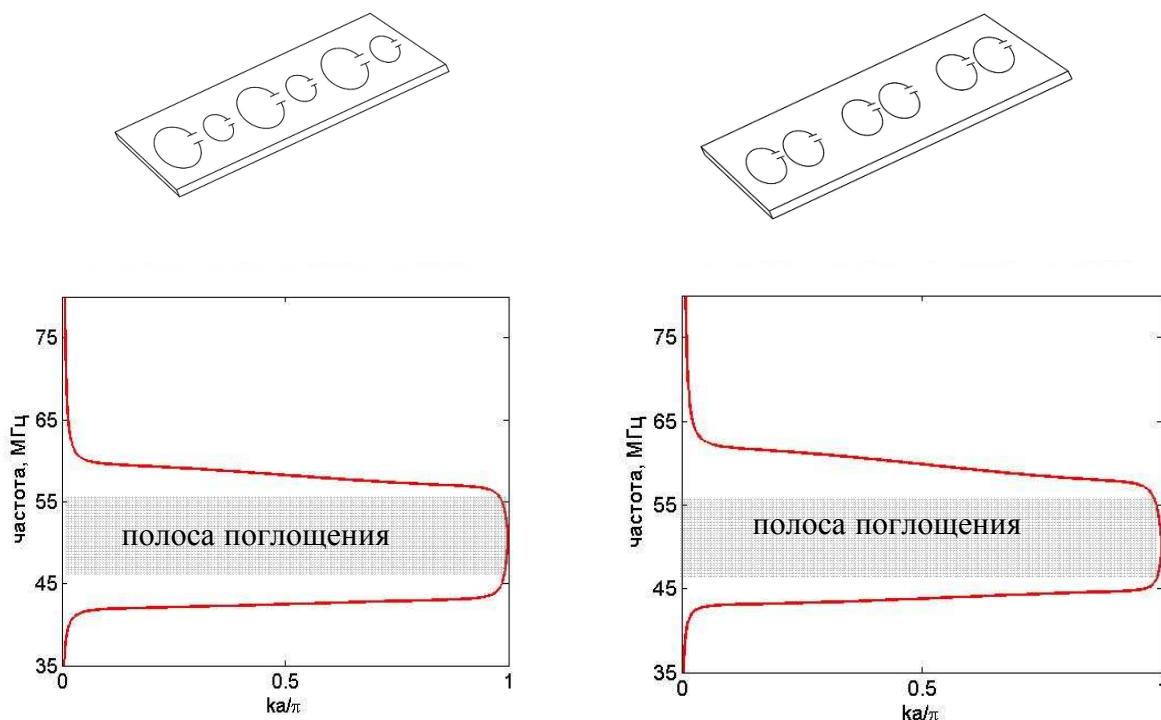


Рис.2. Схематичные изображения одномерных планарных биатомных метаматериалов с отрицательным коэффициентом взаимодействия (сверху): из метаатомов двух сортов (справа) и идентичных метаатомов (слева) и соответствующие расщепления дисперсии магнитоиндуктивных волн с полосой поглощения посередине: для структуры из элементов с резонансными частотами $f_1=57$ МГц и $f_2=43$ МГц и коэффициентом взаимодействия $\kappa=-0.2$ (слева) и для структуры с $\kappa_1=-0.6$ и $\kappa_2=-0.09$ и $f=50$ МГц (справа)

Практическая часть работы выполняется на специально созданной на физическом факультете современной измерительной установке на базе вектор-анализатора Rohde&Schwarz ZFB20, позволяющей в автоматическом режиме проводить одномерное сканирование поверхности с микронным разрешением.

В рамках Практикума предлагается выполнить комплексное исследование метаматериалов, начиная с определения индивидуальных свойств отдельных элементов, составляющих ММ, и заканчивая *дисперсией магнитоиндуктивных волн в биатомных метаматериалах.*

Описанный комплекс задач основан на последних достижениях в области метаматериалов, представляет законченный цикл исследований и может быть полезен, на наш взгляд, студентам и аспирантам различных кафедр, как в области фундаментальной физики, так и инжиниринга.

1. Веселаго В.Г. Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ϵ и μ , УФН, т.92 сс. 517-522 (1968)

2. Solymar L., Shamonina E., Waves in Metamaterials. Oxford Univ.Press., Oxford (2009)
3. Радковская А.А., Прудников В.Н., Захаров П.Н., Бабушкин А.К., Королев А.Ф., Сухоруков А.П. Волны в метаматериалах с сильным взаимодействием между элементами. Суперлинза. Специальный физический практикум, Москва, Физический факультет МГУ, Москва, 43 с. (2010)
4. Radkovskaya A., Sydoruk O., Shamonin M., Shamonina E., Stevens C., Faulkner G., Edwards D. J., Solymar L. Experimental study of a bi-periodic magnetoinductive waveguide: comparison with theory IET MICROWAVES ANTENNAS & PROPAGATION, V. 1, IS 1, P. 80-83 (2007)
5. Radkovskaya A.A., Prudnikov V.N., Kotelnikova O.A., Sukhorukov A.P. Waves in magnetic metamaterials with strong coupling of elements. Physics of Wave Phenomena, v.21, n.1, pp.41-47 (2013)
6. Радковская А.А., Прудников В.Н., Котельникова О.А., Пальванова Г.С., Прокопьева В.В., Андреев А.С., Захаров П.Н., Королев А.Ф., Сухоруков А.П. Экспериментальное исследование фононоподобной дисперсии в биатомных магнитных метаматериалах в МГц диапазоне. Известия РАН, том 78, № 2, с. 205-207 (2014)

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИЗУЧЕНИИ ТЕРМОДИНАМИКИ И ЕЕ ПРЕПОДАВАНИИ В КУРСАХ ОБЩЕЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Рудой Ю.Г.

Москва, Россия, Российский университет дружбы народов (РУДН)

rudikar@mail.ru

В последние годы происходит достаточно очевидное смещение акцентов в экспериментальном и теоретическом изучении ряда областей физики – прежде всего в квантовой радиофизике и оптике, в изучении низкоразмерных и неупорядоченных материалов – как «твердых», так и «мягких», а также в изучении астрофизических (или, более общо, гравитационно связанных) объектов и т.п.

В целом можно говорить об очередном этапе научной революции в физике и технологии – прежде всего в той ее части, которую принято называть *нанотехнологией*. К этому следовало бы добавить также область, называемую квантовой информатикой – разумеется, в части ее не математической (*soft matter*), но материальной реализации (*hard matter*). Ясно, что преподавание физики вообще – и прежде всего в профессиональном обучении физиков – должно откликнуться на указанные вызовы, хотя, конечно, определенное отставание преподавания любой науки от ее переднего края вполне традиционно и даже неизбежно.

При этом университетские курсы квантовой механики, дополняемые отечественными и переводными учебными пособиями, в общем и целом дают достаточное теоретическое обоснование для освоения и понимания новых проблем. К сожалению, иначе обстоит дело в отношении даже хороших университетских курсов термодинамики (ТД) (см., например, [1-7]): как и много лет назад, их основным содержанием остаются лишь общие законы ТД, проиллюстрированные описанием свойств обычных макроскопических объектов – газов, жидкостей, твердых тел, теплового излучения, иногда также магнетиков и диэлектриков.

На первый взгляд кажется, что современные направления физических исследований не должны затрагивать столь фундаментальный и притом весьма консервативный раздел физики, каким является классическая, или феноменологическая термодинамика. Действительно, все основные понятия термодинамики – в первую очередь, понятия изолированного или открытого объекта и его окружения (в частности, термостата) остаются неизменными; аналогично, остаются в силе также четыре начала ТД и стандартный набор ТД-параметров (как правило, не более пяти).

Этого набора вполне достаточно для описания равновесных *состояний*, одна-

ко ситуация резко меняется при применении ТД к описанию *процессов* – как правило, неравновесных и необратимых. Группа вопросов, связанная с весьма популярной 10-15 лет назад синергетикой, а именно образованием упорядоченных структур вдали от состояния ТД-равновесия, уже нашла вполне адекватное отражение в ряде учебных курсов и пособий [8-12], однако в настоящее время этим уже нельзя ограничиться.

На наш взгляд, сегодня можно выделить **три основных группы новых задач**, для которых вузовские курсы термодинамики следует существенно дополнить – прежде всего, за счет уточнения предположений, которые (не)явно добавляются к началам ТД.

1. Во-первых, речь идет, об ограниченной применимости свойства *аддитивности* экстенсивных ТД-величин – прежде всего, энергии E и энтропии S ; это предположение очевидным образом нарушается для далекодействующего и неэкранируемого гравитационного взаимодействия.

Поэтому звезды, галактики и их скопления – не говоря уже о черных дырах, темной материи и темной энергии – не являются в этом смысле обычными ТД-объектами (Эддингтон, 1926; Антонов, 1962). Указанные объекты имеют отрицательную теплоемкость и потому вообще не находятся в состоянии теплового равновесия (подробнее см., например, [13]), однако эти вопросы практически не затрагиваются в современных курсах ТД (кроме, возможно, [6]).

2. Еще более существенно то, что во многих практических приложениях ТД требует пересмотра ряда упрощающих предположений, лежащих в самом «сердце» классической ТД. Без малого 200 лет назад (1824) Карно дал анализ действия идеализированной тепловой машины (ТМ), получив для максимальной эффективности ТМ выражение $\eta=1-(T-/T_+)$. Этот результат справедлив, строго говоря, в пределе бесконечно большого времени $\tau \rightarrow \infty$, что приводит к нулевой мощности ТМ $P=W/\tau \rightarrow 0$. Позднее (1859) Клаузиус установил в цикле Карно сохранение энтропии S – иначе, обратимость ТД-процессов в этом цикле.

Однако уже достаточно давно (Новиков, 1957) начаты попытки строить ТД для более реалистической ТМ с *конечным временем* (и, следовательно, конечной мощностью). Это нарушает условие не только квазистатичности, но и обратимости цикла, так что полная энтропия (с учетом ее производства за счет диссипации внутри ТМ) возрастает, а полезная работа W , соответственно, убывает. Обобщения такого рода могут быть различными, но наиболее известным [14] является результат Керзона и Альборна (1975), согласно которому $\eta'=1-(T-/T_+)^{1/2}$, причем всегда $\eta' < \eta$; подробнее см., например, [15].

Существенно, что при этом остается в силе фундаментальный результат Карно об универсальности эффективности ТМ, т.е. независимости η от рабочего тела, но только от отношения температур T^- и T_+ . Наличие не одного (W), а трех конечных параметров (W , P и τ) позволяет оптимизировать действие ТМ [15].

Заметим также, что в большинстве учебников (кроме, пожалуй, [3,5,7]) ТМ рассматривается только в режиме теплового двигателя, тогда как все более актуальным становится использование ТМ в режимах *холодильника* или *теплового насоса* (подробный анализ дан, например, в [16]); важно, что в качестве рабочего тела при этом используются нетрадиционные физические объекты – например, магнетики, а в качестве рабочего процесса – магнитокалорический эффект.

3. Еще одним важным современным аспектом развития ТД является создание того, что принято называть *мезо-* (а далее *нано-*) *термодинамикой*. Наибольшее

применение эти понятия в последнее десятилетие приобретают в физической химии [17] и материаловедении [18], где речь обычно идет о физике кластеров [19], в которой существенную роль играют граничные (поверхностные) свойства и наблюдается нелинейная зависимость свойств кластера от числа наночастиц в нем (подробно см. учебное пособие [20]). Существенно, что для конечных кластеров теряют силу аргументы, связанные с переходом к ТД-пределу; в частности, существенную роль начинают играть флуктуации ТД-величин.

Стало также общепринятым выделять *квантовую термодинамику*, где речь идет о том, что в качестве рабочего тела обобщенной ТМ может выступать единственный квантовый объект – например, квантовая точка, т.е. наночастица в условиях конфайнмента, обеспеченного каким-либо ограничивающим потенциалом. Важным свойством такого объекта является наличие хотя бы одного параметра (например, ширины L области одномерного конфайнмента), позволяющего в определенном смысле «управлять» квантовой системой – например, проводить параметрическую накачку энергии.

Начало квантовой ТД было по существу положено Ф. Блохом (1932) (см., например, прекрасные учебники [1,2]), рассмотревшему свойства квантового гармонического осциллятора в термостате. Дальнейшее развитие квантовая ТД получила при рассмотрении квантовых объектов с *конечным* числом уровней – например, квантовых генераторов; подробный обзор этих вопросов дан в [21]. В последние годы перестал быть «экзотикой» (наблюдаемой только в жидком гелии) настоящий бозе-конденсат атомов щелочных металлов, который стал объектом активного экспериментального и теоретического изучения (см., например, обзор [22]), однако в наших курсах ТД об этом нет даже упоминания.

Заметим в заключение, что тепловую машину с квантовым рабочим телом (например, одиночной частицей со спином) можно рассматривать не только как преобразователь энергии, но и как преобразователь энтропии. При наличии устройств передачи, запоминания и сброса информации подобную ТМ можно рассматривать как квантовый компьютер, для которого существенны ТД-ограничения – прежде всего, минимальная энергетическая цена одного бита; указанный круг вопросов подробно рассматривается в [23-25]. В целом содержание квантовой ТД вплотную смыкается с передним краем современной физики, а именно квантовым описанием открытых физических объектов, включающим понятия диссипации, декогеренции и т.п. (см., например, [26]).

Общий вывод данного сообщения, на наш взгляд, достаточно прост и очевиден: российскому научно-педагогическому физическому сообществу было бы целесообразно в ближайшее время предпринять определенные усилия по созданию **учебной литературы по ТД нового поколения**, в которой нашли бы отражение вопросы как затронутые в данном докладе, так и те, что постоянно продолжают возникать по мере развития физики и техники. Заметим в заключение, что ряд соображений о месте и роли ТД в современном курсе физики высказывались как нами, так и другими авторами ранее (см. обзор [27]).

1. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Изд. 3-ье. М., Наука, 1983.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Изд. 3-е. М., Наука, 1976.
3. Сивухин Д.В. Термодинамика и молекулярная физика. Изд. 2-ое. М., Наука, 1979.
4. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т1,2. Изд. 2-ое. М., УРСС, 2008
5. Базаров И.П. Термодинамика. Изд. 4-ое. М., Высшая школа, 1991.
6. Терлецкий Я.П. Статистическая физика. Изд. 3-е. М., Высшая школа. 1994.

7. Кубо Р. Термодинамика. Современный курс. Пер. с англ. М., Мир, 1970.
8. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур. Пер. с нем. М., Мир, 1979.
9. Грабов В.М., Трофимова С.Ю. Элементы динамики неустойчивых состояний и неравновесной термодинамики. Изд-во ОГПУ, Оренбург, 1999.
10. Климонтович Ю.Л. Введение в физику открытых систем. М., Янус-К, 2002.
11. Пригожин И.Р., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Пер. с англ. М., Мир, 2002.
12. Быстрой Г.П. Термодинамика необратимых процессов в открытых системах. М.-Ижевск, РХД, 2011.
13. Lynden-Bell D. Physica. V. A 263. P. 293 (1999).
14. Curzon F.L., Ahlborn B. American Journal of Physics. V.43. P.22 (1975)
15. Миронова В.А., Амелькин С.А., Цирлин А.М. Математические методы термодинамики при конечном времени. М., Химия, 2000.
16. Рудой Ю.Г. Физическое образование в вузах. Т.17, № 4. С. 126 (2011).
17. Русанов А.И. Журнал общей химии. Т. 70, № 3. С. 353 (2000). Т. 72, № 3. С. 532 (2002).
18. Третьяков Ю.Д. Успехи химии. Т. 108. С. 731 (2003).
19. Смирнов Б.М. Успехи физ. наук. Т. 177, № 4. С. 369 (2007).
20. Гросс Д.Х.Э. Микроканоническая термодинамика. Фазовые переходы в «малых» системах. Пер. с англ. М., Научный мир, 2010.
21. Конюхов В.К., Прохоров А.М. Успехи физ. наук. Т. 119, № 3. С. 541 (1976).
22. Пятаевский Л.П. Успехи физ. наук. Т. 176, № 4. С. 345 (2006).
23. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. Пер. с англ. М., ГИФМЛ, 1960.
24. Поплавский Р.П. Термодинамика информационных процессов. М., Наука, 1981.
25. Кадомцев Б.Б. Динамика и информация. М., Редакция журнала УФН, 1997.
26. Емельянов В.И., Владимиров Ю.В. Квантовая физика. Биты и кубиты. М., Изд. МГУ, 2012.
27. Голубева О.Н., Рудой Ю.Г., Суханов А.Д. Физическое образование в вузах. Т.10, № 3. С. 19 (2004).

ИЗУЧЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ ОПТИКИ В КЛАССИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Рыжикова Ю.В.

Москва, Россия, МГУ имени М.В. Ломоносова

ryzhikovaju@physics.msu.ru

Актуальность научных исследований в области фрактальной оптики обусловлена широкими возможностями практических применений элементов с апериодической, в том числе фрактальной и фракталоподобной геометрией структуры в оптических устройствах, создаваемых, в частности, с помощью нанотехнологий. Так, апериодические многослойные системы успешно применяются для обеспечения удвоения частоты оптического излучения, компрессии световых импульсов, узкополосной фильтрации, широкодиапазонного отражения лазерных пучков, а также при разработке и совершенствовании элементов рентгеновской оптики, фрактальных фокусаторов излучения и средств оптической диагностики структур квазикристаллического типа [1-3]. Отметим, что в настоящее время фрактальная и мультифрактальная параметризация получила широкое распространение при проведении оптических исследований разной направленности, в которых возникает необходимость анализа сложных стохастических сигналов и структур, формирующихся под действием случайных факторов, или в результате развития в оптической системе детерминированного хаоса [4].

Специальный курс «Основы фрактальной оптики» для студентов бакалавров

на физическом факультете МГУ читается на кафедре оптики, спектроскопии и физики наносистем. Также на кафедре читаются отдельные разделы фрактальной оптики углубленного уровня в рамках курсов «Статистическая оптика» и «Методы анализа стохастических сигналов и структур в оптике», разработанных для магистров [4-5]. В структуре курса «Основы фрактальной оптики» можно выделить три основные части.

Первая часть курса носит общетеоретический характер. В ней вводятся основные понятия и определения фрактальной оптики, а также приводится классификация фракталов. Дается представление о фрактальном анализе как о междисциплинарной технологии, в частности, в рамках описания оптических и морфологических свойств природоподобных объектов. Успешное усвоение материала этой части курса позволяет учащимся моделировать фрактальные объекты на основе различных рекурсивных алгоритмов и определять их структурные характеристики – фрактальную размерность, коэффициенты скейлинга и область скейлинга, что может быть использовано при решении научно-исследовательских задач и написании курсовых работ по фрактальной тематике.

Во второй части рассматриваются методы фрактального и мультифрактального анализа применительно к сигналам, сформированным с помощью функции Вейерштрасса [4]. Также рассматриваются броуновские сигналы и их описание в рамках модели обобщенного броуновского движения [4]. Методы, основанные на фрактальном формализме, дополняются спектральным подходом и вейвлет анализом. В частности, производится анализ признаков фрактальности ряда детерминированных и стохастических сигналов на основе вейвлет-преобразований. Изучаются также методы, базирующиеся на аппарате нелинейной динамики, направленные на изучение фрактальных свойств странных аттракторов Лоренца (рис. 1) и Ресслера, а также идентификацию детерминированного хаоса. Критерием успешности усвоения материала является способность решения задач конвергентного типа на определение основных параметров стохастических фрактальных сигналов, что позволяет студентам успешно справляться с рядом упражнений по схожей тематике компьютерного оптического спецпрактикума.

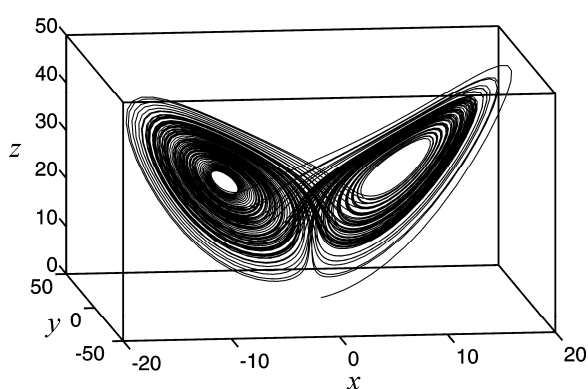


Рис. 1. Хаотические траектории в системе Лоренца при $\sigma = 10$, $r = 28$, $b = 8/3$ с начальным условием $\{1; 1; 1\}$

В третьей части курса рассматриваются оптические свойства аperiodических дифракционных решеток, многослойных систем с внутренней симметрией самоподобия, сформированных, в частности, на основе свойств числовых последовательностей Кантора, двойного периода, Морса-Туэ и Фибоначчи, а также фрактальная структура дислокационных образований спекловых полей (рис. 2). Обсуждается

фундаментальная научная проблема современной фрактальной оптики, связанная с установлением количественной связи между фрактальностью объектов различной физической природы и структурой взаимодействующего с объектом когерентного излучения.

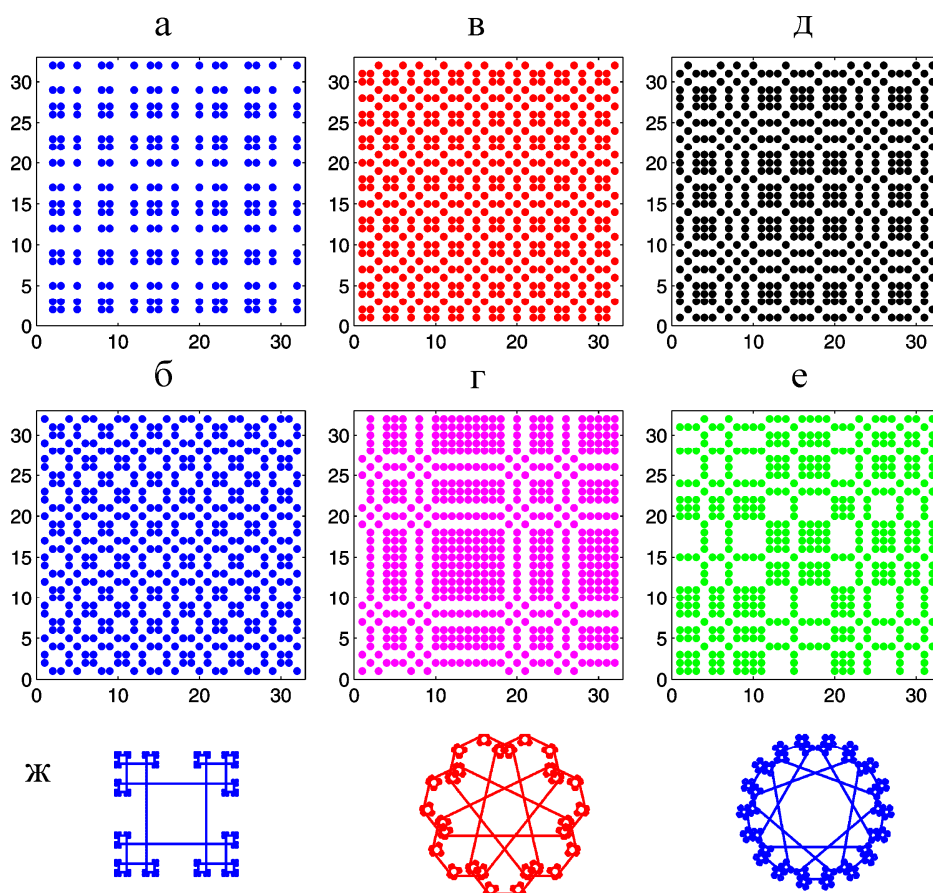


Рис. 2. Примеры аперiodических 2D объектов. Фрагменты решеток Морса-Туэ (а-б), Фибоначчи (в), Кантора (г), двойного периода (д), Рудин-Шапиро (е) и структуры звездных фракталов (ж)

В этой части курса также изучаются основные типы современных оптических материалов (фотонных кристаллов и метаматериалов) и виды технологий, используемые для изготовления различных фрактальных элементов, в частности, фотолитография.

В результате освоения материала курса студенты получают знание проблематики и инструментария физических исследований в области фрактальной оптики. С целью закрепления лекционного материала и совершенствования практических навыков у учащихся предполагается проведение в рамках курсов семинаров и практических занятий, в частности, в оптическом спецпрактикуме кафедры [4]. Освоение данных лекционных курсов дает возможность успешного выполнения учащимися курсовых и научно-исследовательских работ, задач практики, а также дипломных работ по фрактальной физике, в том числе, связанных с обработкой сложно структурированных экспериментальных данных.

1. Negro L.D. "Optics of Aperiodic Structures – Fundamentals and Device Applications". CRC Press Taylor & Francis Group, 2014.
2. Korolenko P.V., Mishin A.Y., Ryzhikova Yu.V. // Optika. 2013. V. 124 (19). P. 3946-3948.

3. Korolenko P.V., Mishin A.Yu., Ryzhikova Yu.V. // Physics of Wave Phenomena. 2013. V. 21(1). P. 68-73.
4. Вохник О.М., Зотов А.М., Короленко П.В., Рыжикова Ю.В. Моделирование и обработка стохастических сигналов и структур. Учебное пособие. М.:МГУ. 2013.
5. Короленко П.В., Маганова М.С. Основы статистических методов в оптике. Учебное пособие. – М.: Изд-во Университетская книга. 2010.

О РАЗВИТИИ ТЕОРИИ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ И АССИМИЛЯЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ЗНАНИЙ

Рыжов И.В., Грабов В.М., Васильев Н.А., Тюканов А.С.

Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А. И. Герцена

igoryzhov@yandex.ru

В данной работе мы затронем некоторые методологические аспекты, связанные с бурно развивающейся (с середины 50-х годов XX века) теорией нелинейных колебаний и её проникновением во многие области знаний. Как известно, большинство научных дисциплин выделяют свой предмет, от физической природы исследуемого объекта (механика, электродинамика, оптика, физика твердого тела и др.). Фундаментальное отличие теории колебаний состоит в том, что ее предмет определяется совсем по другому принципу, а именно, по наличию колебательной, по своему характеру, динамики безотносительно к физической сущности рассматриваемых явлений, являющихся общими для систем различной природы. При этом, то обстоятельство, что линейные колебания в системах разной природы могут рассматриваться с единой точки зрения, к началу XX века, было известно уже многим исследователям.

С проблемами, которые можно отнести к ведению нелинейной теории колебаний, столкнулись ученые, занимавшиеся небесной механикой. Это видно на примере задачи Кеплера, которая содержит типичные свойства нелинейных систем: периодические орбиты с большим числом гармоник, зависимость периода колебаний от амплитуды. А знаменитая проблема трех тел не только отразила наиболее общие особенности нелинейной динамики, но и позволила раскрыть ее сложные и трудноразрешимые свойства, как не интегрируемость, появление малых знаменателей в рядах теории возмущений. В такой задаче уже можно столкнуться с возможностью очень сложной динамики [1], где могут возникать и хаотические движения. Более того, стало ясно, что для типичных нелинейных ситуаций нельзя предсказать динамические свойства даже слабо возмущаемых систем в их временном развитии.

Потребность в подробном изучении нелинейных колебательных процессов стала ощущаться в первой половине XX века с развитием радиотехники, аэродинамики и гидродинамики. Позднее разрозненная «свалка» нелинейных систем стала пополняться возрастающими темпами, охватывая квантовую электронику, химическую кинетику, астрофизику, биологию и другие области знаний. На раннем этапе развития теории колебаний казалось, что нелинейные системы слишком разнообразны, чтобы допускать анализ с каких-то единых позиций, и что каждая конкретная система должна рассматриваться отдельно, сама по себе. Идея о том, что возможно построение общей теории нелинейных колебаний была неочевидной и, в каком-то плане, революционной. Становление и развитие нелинейной теории колебаний во многом связано с именем советского физика Мандельштама, и с деятельно-

стью его научной школы. В основе выдвинутой Мандельштамом научной программы лежала идея выработки нелинейного мышления – совокупности концепций, представлений, моделей, методов, наглядных образов, которые составляли бы содержание единого подхода к исследованию нелинейных колебаний в системах различной природы. Согласно Мандельштаму [2,3], теорию колебаний можно рассматривать как своего рода «интернациональный язык», который будет понятен и полезен представителям различных конкретных наук: будь то механика, электромагнетизм, радио- и электротехника, оптика, химия, биология, экономика. Сама возможность такого «языка» опирается на присущую различным областям знания «колебательную общность». Наличие общего «языка» не отменяет «национальных языков», выработанных каждой отдельной дисциплиной. При этом возникает возможность взаимодействия различных дисциплин, взаимного их обогащения, путем обмена представлениями, сформированными в конкретных областях. Например, идеи модуляции и детектирования колебаний, которые были разработаны, и нашли применение в радиотехнике, оказались впоследствии плодотворными в оптике (создание лазеров). Таким образом, теория колебаний выступает как синтетическая научная дисциплина, которая формируя свое содержание, привлекает материал из разных областей знания, и в то же время находит выход и приложения в этих областях.

В середине XX века теория колебаний бурно развивалась и приобрела, по существу, новое лицо. Во-первых, в силу потребностей конкретных научных дисциплин: квантовая электроника, физика плазмы, физика твердого тела, астрофизика, физика атмосферы и океана, химическая кинетика, биофизика, экономика, чрезвычайно разрослась база применения идей теории колебаний, которая обогатилась примерами колебательных систем, расширилась феноменология этих процессов. Во-вторых, с появлением компьютеров произошли революционные изменения, которые затронули собственно содержание и методический инструментарий теории нелинейных колебаний. При этом задачи, которые ранее требовали утонченного, кропотливого исследования или же оставались вовсе недоступными, теперь оказалось возможным анализировать с привлечением методов численного моделирования с наглядным представлением результатов с помощью компьютерной графики. В-третьих, на новом этапе развития теории колебаний центр интереса сместился от систем с минимальным количеством динамических переменных к системам многомерным. При этом обнаружилось, что начиная с размерности фазового пространства равной трем, становятся возможными весьма разнообразные и нетривиальные типы колебательных процессов. В частности, могут наблюдаться хаотические колебания (динамический хаос). Такой режим характеризуется сложной, нерегулярной зависимостью динамических переменных от времени, и обладает высокой чувствительностью к малым возмущениям начальных условий. Анализ динамического хаоса и других режимов сложной динамики потребовал привлечения широкого арсенала математических идей. На новом этапе развития науки, помимо теории колебаний, стали формироваться другие синтетические научные дисциплины, связь которых с теорией колебаний здесь уместно обсудить.

Теория колебаний и нелинейная динамика. Словосочетание нелинейная динамика стало очень распространенным в мировом научном сообществе. Если не вдаваться в детали, то нелинейная динамика – это по существу то же самое, что мы понимаем под теорией нелинейных колебаний. И все же употребление одного или другого термина несет определенный акцент. Во-первых, под нелинейной динамикой

кой мы понимаем дисциплину более математического характера, нежели теория колебаний. Основное содержание нелинейной динамики – исследование математических моделей различных систем. В их основу кладется понятие динамической системы – теоретическая абстракция, подразумевающая принципиальную изолированность системы от остального мира. Теория колебаний представляет собой в каком-то смысле более широкую, более нацеленную на использование физической интуиции, систему воззрений. Во-вторых, говоря о нелинейной динамике, мы тем самым указываем на некоторое смещение внимания к более современным аспектам сложного динамического поведения, ставшим доступными для анализа в эпоху компьютеров, например, динамический хаос. Появилась универсальная техника приближенного усреднения нелинейных систем (метод Крылова-Боголюбова-Митропольского [4]), была доказана теорема о сохранении инвариантов (теория Колмогорова-Арнольда-Мозера [5]) и, наконец, возникло определение нового свойства нелинейных систем – динамическая энтропия Колмогорова-Синяя [6]. Эта энтропия, будучи новым инвариантом системы, отразила в количественной форме возможность нелинейных систем совершать фазовые движения с перемешиванием.

Теория волн и динамика распределенных систем. Расширяя предмет исследования по сравнению с традиционной теорией колебаний, можно включить в рассмотрение наряду с временными еще и пространственные зависимости динамических переменных. В этом случае говорят о распределенных системах [7]. Характерный пример таких систем представляют задачи гидро- и газодинамики, когда мгновенное состояние системы задается непрерывным распределением величин (скорости, плотности) в некоторой области пространства. Сводить динамику такого рода систем к колебаниям ограниченного числа переменных допустимо лишь в специальных случаях и в определенном, иногда грубом, приближении. Распространяющийся в пространственно распределенной среде колебательный процесс есть не что иное, как волна. Поэтому, обращаясь к рассмотрению колебаний в таких системах, мы приходим к теории волн. Переход к анализу распределенных систем сопровождается радикальным усложнением решаемых задач. Однако вся методологическая основа теории колебаний, подразумевающая разработку единых подходов к системам разной физической природы, остается в силе.

Синергетика, теория диссипативных структур. В 70-х гг. XX века немецкий ученый, специалист в области лазерной физики, Хакен [5] усмотрел аналогию между процессами возникновения генерации в лазере и формированием структур в системах иной природы. Он провозгласил, что это может служить основой новой синтетической научной дисциплины – синергетики. Синергетика оказалась своего рода «знаменем», под которое стали собираться представители различных наук, от физики и химии до экономики и социологии. Пожалуй, это направление во многом совпадает с предметом теории колебаний и волн, но ее специфика состоит в особом подходе к феномену самоорганизации. Речь идет о процессах, заключающихся в самопроизвольном формировании и усложнении упорядоченных структур, что может происходить во многих пространственно протяженных средах. Таковую среду, можно мыслить как совокупность большого числа точечных элементов, каждый из которых взаимодействует со своими соседями в пространстве. Проблема того, каким образом динамика индивидуальных элементов и характер связи между ними проявляется в свойствах среды, ее способности к образованию пространственных структур, – одна из центральных задач синергетики. Подобно теории колебаний, краеугольный камень синергетики – единство феноменов, концепций, моделей

применительно к системам самой разной физической природы. В гидродинамике примером самоорганизации может служить образование структуры в виде шести-гранных ячеек при конвекции Рэлея-Бенара в слое жидкости, подогреваемой снизу; в химии и биологии – формирование так называемых структур Тьюринга, условием возникновения которых оказывается различие коэффициентов диффузии для участвующих в реакции компонентов; в космологии – возникновение спиральных галактик; в экологии – организация сообществ и т.д.

В настоящее время, в ряде вузов есть образовательные программы, ориентированные на новые разделы знаний, которые связаны с нелинейными процессами, а данные разделы, или их элементы, уже включаются в программы курсов (спецкурсов) физического образования большинства вузов.

1. Пуанкаре А. Избранные труды, том 1. М.: Наука, (1971); А. Пуанкаре. Избранные труды, том 2. М.: Наука, (1972); А. Пуанкаре. Избранные труды, том 3. М.: Наука, (1974).
2. Мандельштам Л.И. Лекции по колебаниям. М.: Издательство АН СССР, (1955).
3. Мандельштам Л.И. Полное собрание трудов. Тома 1,2,3. Под ред. С.М. Рытова. - М.: Изд-во Академии наук СССР, (1950).
4. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, (1974).
5. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах, под ред. Ю.Л. Климонтовича, М.: Мир, (1985).
6. Синай Я. Г. Современные проблемы эргодической теории. М.: Физматгиз, (1995).
7. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, (1984).

РЕАЛИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА ВО ВНЕУРОЧНОЙ РАБОТЕ ПО ФИЗИКЕ

Скроботова Т.В., Федоров О.Л.

Ставрополь, Ставропольский край, Россия, Ставропольский краевой институт развития образования, повышения квалификации и переподготовки работников образования

tskrobotova@bk.ru

Измененная парадигма образования, законодательно представленная в стандарте второго поколения, требует активного внедрения продуктивных технологий в процесс обучения. Это обусловлено изменением содержания понятия «образованность», которое в настоящее время включает в себя владение техниками работы с информацией, развитие навыка самообразования, целеполагания и мотивации собственной деятельности. Практика организации учебно-исследовательской деятельности [1,3,4] обучающихся показывает, что этот вид деятельности включает в себя наибольшее количество элементов, способствующих формированию образованности в современном смысле.

Раннее приобщение детей к научно-исследовательской и поисковой деятельности позволяет наиболее полно определять и развивать интеллектуальные и творческие способности, причем не только в старшей школе, но и в начальной. Исследовательская работа обучающихся как самостоятельный вид учебной деятельности осуществляется на всех уровнях образовательной системы в разном объёме.

Исследование - универсальный способ познания действительности, который помогает развитию личности в динамично изменяющемся мире.

Руководство научно-исследовательской деятельностью школьников - одно из

направлений в работе современного учителя. Овладение элементами современных научных методов исследований в процессе изучения простейших физических процессов в школьном курсе является весьма актуальной задачей, решение которой позволяет достигать метапредметных результатов обучения.

Основные этапы обучения научно-исследовательской деятельности, на наш взгляд, должны быть следующими:

- ознакомление с типовым алгоритмом научных исследований;
- усвоение некоторых приемов и методов исследований (метод приближений, построение физических, математических и компьютерных моделей, использование элементов математического планирования экспериментов, анализ размерностей, использование приемов разрешения физических и технических противоречий и т. д.);

- привитие навыков постановки решаемой задачи, выбора наиболее оптимальных методов ее решения, обсуждения результатов и умения делать выводы из проведенных исследований

Конечным этапом должно быть использование всех этих умений при исследовании учащимися выбранных ими физических объектов и процессов.

Приведем конкретные примеры работ выполненных учащимися под руководством авторов статьи в ставропольском центре дополнительного школьного образования для одаренных детей «Поиск»

1. Модель ветрено-энергетической установки с применением электретов.

В данной работе исследовалась возможность применения электретного эффекта для преобразования энергии воздушного потока в электрическую энергию при помощи ветрено-энергетической установки (ВЭУ). Была разработана оптимальная конструкция элементов ВЭУ, изучалась зависимость тока и напряжения в цепи от параметров этих элементов и параметров воздушного потока, для безопасных ВЭУ (т.е. не имеющих вращаемого ветром ротора).

В процессе данной работы учащиеся овладевали навыками выполнения основных стандартных этапов научно-исследовательской работы. В частности, приобрели умение выполнения аналитического обзора имеющейся информации по изучаемой теме – электретному эффекту, видам электризации и физическим процессам, реализующим это явление, что значительно расширяет область компетенций учащихся. Очень важным этапом является формирование умения постановки исследовательской задачи. В данном примере были проанализированы практические применения электретного эффекта, определено, что определяющим в постановке задачи создания ВЭУ является использование эффекта электростатической индукции, возникающим при колебании пластинки электрета между двумя плоскими электродами (во внешней цепи, соединяющей эти электроды, потечет переменный ток). Отсюда был сделан логический вывод о том, что комбинация указанных элементов должна лечь в основу физической модели ВЭУ. Математической моделью ВЭУ было выбрано описание эффекта электростатической индукции

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{Sd\sigma_{\text{инд}}}{dt}, \quad (1)$$

где: S - площадь подвижного электрода, q – индуцированный заряд на поверхности подвижного электрода, t - текущее время индуцирования, $\sigma_{\text{инд}}$ - поверхностная плотность индуцированного заряда

Согласно [2] :

$$\sigma_{\text{инд}} = \frac{\sigma}{\frac{\epsilon l}{L} + 1}, \quad (2)$$

где: σ - поверхностная плотность заряда электрета, ϵ - диэлектрическая проницаемость материала электрета, l - минимальный начальный зазор между электретом и подвижным электродом, L - толщина электрета (пленки), ω - циклическая частота колебаний подвижного электрода.

После преобразований и дополнительного анализа, окончательно было получено выражение для описания переменного тока во внешней цепи (соединяющей электроды)

$$I = C \Delta l \omega \sigma \cos \omega t \quad (3)$$

здесь: $C = \frac{\epsilon S}{L} = \text{const}$

На данном этапе учащимися были усвоены понятия математических и физических моделей объекта исследований и усвоены некоторые приемы анализа этих моделей.

В данном случае были освоены основы метода анализа размерностей (как одного из эффективных методов научных исследований) относительно математической модели представленной равенством (3), что позволило преобразовать данное равенство к виду

$$I_{\text{max}} = C c_1 \sigma v \quad (4)$$

Здесь c_1 - коэффициент определяемый экспериментально, v - скорость набегающего на ВЭУ потока воздуха.

Далее, на изготовленной специально установке была экспериментально проверена адекватность выбранной математической модели (равенство (4)), т. е. получена линейная зависимость тока I_{max} от скорости v . Учащимися было усвоено понятие адекватности. При обсуждении результатов был детально рассмотрен механизм возникновения переменного тока во внешней цепи экспериментальной установки (рис.1) и определяющих параметров, влияющих на его величину (v, α)

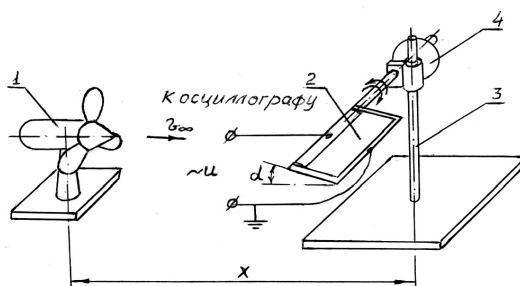


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1- вентилятор, 2- элемент ВЭУ с поворотным кронштейном, 3- стойка с основанием, 4- угломер.

В ходе данного исследования приобретены умения делать выводы из обсуждения результатов.

Усвоение указанных навыков и умений является существенным моментом системно-деятельностного подхода обучения.

2. Исследование сравнительных характеристик амортизационных устройств

Данная работа относится к области исследования физических процессов, про-

текающих в амортизационных устройствах (амортизаторах) разных типов, при поглощении ими ударных и вибрационных нагрузок, а также изучения их сравнительных характеристик.

В работе были исследованы модели следующих типов амортизаторов наиболее часто встречающихся в технике: 1-пружинный; 2-рессорно-пластинчатый; 3-резино-металлический со сплошной резиной; 4-резино-металлический с резиновыми кольцами; 5-газовый; 6-газово-жидкостный; 7-магнитный. На рис.2 показан общий вид этих амортизаторов



Рис. 2. Общий вид моделей амортизаторов типов №1-№7

В ходе исследования было проведено комплексное сравнение характеристик амортизаторов указанных типов: демпфирующих свойств (определение коэффициентов рассеивания кинетической энергии динамической нагрузки ζ), удельной энергии поглощения $A_{уд.ам}$, допустимой максимальной нагрузки P_{max} и их взаимной зависимости.

Как и в предыдущем примере, учащиеся ознакомились с основными типовыми этапами (алгоритмом) научного исследования, однако в отличие от предыдущего примера здесь был освоен еще один научный метод – метод приближений: был усвоен прием допущений (упрощений), что очень важно для усвоения учащимися этапов познания в процессе исследований.

В частности, введены основные допущения для эксперимента:

1. Пренебрегаем деформацией амортизатора при ударе.

2. Закон Гука для динамических нагрузок применим в первом приближении, т.е. результаты действия статических и динамических нагрузок на упругий элемент амортизатора принимаем приблизительно **одинаковыми** в рассматриваемых пределах.

При определении максимальных динамических нагрузок метод приближений был реализован в графоаналитическом методе вычислений, т. е. в последовательном все более точном вычислении площадей криволинейных трапеций на экспериментальных графиках зависимостей динамических усилий от рабочих ходов амортизаторов соответствующих типов, путем разбиения криволинейной трапеции ОАВС на элементарные участки, каждый из которых можно считать уже обычной прямолинейной трапецией с дальнейшим вычислением и суммированием площадей этих элементарных трапеций (обучаемым было наглядно показано, что площадь соответствующей трапеции ОАВС равна кинетической энергии поглощаемой данным амортизатором, а величина большого основания трапеции численно равна искомой величине динамической нагрузки при данной энергии поглощения – рис.3).

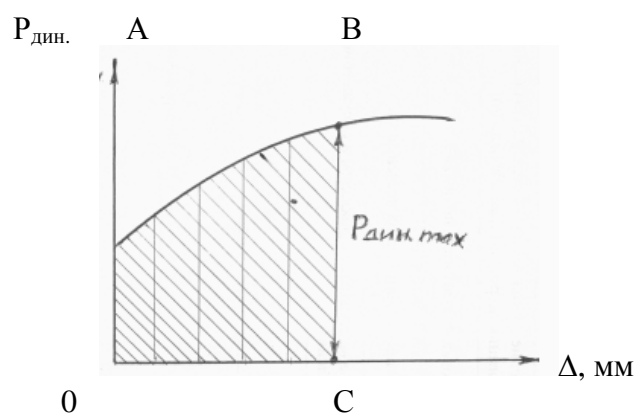


Рис. 3. Определение максимального динамического усилия $P_{д.маx}$, действующего на амортизатор при заданной величине энергии поглощения (площади криволинейной трапеции OABC)

Приведенные примеры показывают эффективность использования системно-деятельностного подхода при изучении учащимися новых физических явлений и, как результат, освоение некоторых современных навыков научно-исследовательской работы.

1. Бахчиева О.А. Государственная система дополнительного образования детей в условиях введения федеральных государственных образовательных стандартов общего образования нового поколения // Внешкольник.- 2010. - №1. – С.27-31.
2. Губкин А.И. Электреты. М.; Наука, 1976.- С.96-97.
3. Персон Л.Г. Технология деятельностного метода как средство реализации современных целей образования. – М.: УМЦ «Школа 2000», 2008.
4. Хуторский А.В. Системно-деятельностный подход в обучении: Научно-методическое пособие. – М.: Издательство «Эйдос», Издательство Института образования человека, 2012.-б3с.

ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ ГОЛОГРАММ

Старов Э.Н.

Ульяновск, Россия, УлГПУ им. И.Н. Ульянова

reanaevna@mail.ru

В настоящее время существует много видов голограмм, различающихся по способу записи изображения объектов, каждый из которых обладает своим набором уникальных свойств. Реконструкция изображений с разного вида голограмм требует наличия своего комплекта необходимого оборудования, сборки и настройки различных оптических схем.

По способу реконструкции волнового фронта голограммы могут быть разделены на пропускающие и отражательные. При этом существенно различаются схемы восстановления изображений с таких голограмм и требования к источникам освещения, кроме того в ряде случаев требуется подготовленное помещение.

Так, например, для просмотра голограмм пропускающего типа требуется аудитория с затемнением, наличие лазера с блоком питания, устройство для расширения пучка, крепежное приспособление для всех элементов оптической схемы, подбор расстояний между голограммой и осветителем, выбор определенной ориентации фотопластинки по отношению к пучку и соответственно подготовленный

персонал для наладки демонстрационного оборудования. Подготовка демонстрации при этом занимает достаточно много времени.

С целью упрощения подготовительного этапа при проведении демонстрации возникла идея конструктивно объединить разные схемы восстановления изображений с пропускающих и отражательных голограмм в одной демонстрационной установке, которая получила название «универсальный голоскоп». Для удобства просмотра изображений корпус голоскопа закрепляется на фотоштативе. Высота установки при этом легко регулируется так, чтобы голограмма располагалась на уровне глаз наблюдателя.

Разработанная нами модель голоскопа обладает следующим рядом достоинств:

1. Позволяет восстанавливать изображение и демонстрировать свойства голограмм различных видов.
2. Значительно сокращает время на подготовку и проведение демонстраций.
3. Демонстрация возможно в любом, заранее не подготовленном помещении.
4. Безопасна при проведении демонстраций с лазерами класса 3 и 4, так как прямое лазерное излучение не может попасть в глаз наблюдателя.
5. Не требует специально обученного персонала, знакомого со сборкой и наладкой голографических схем.

Универсальный голоскоп может быть укомплектован демонстрационным набором голограмм различного типа:

1. Голограммы Денисюка с записью одного и нескольких изображений.
2. Голограмм Лейта-Упатниекса.
3. Голограммы сфокусированного изображения.
4. Голограммы Бентона.
5. Мультиплексные голограммы.
6. Голограммы, иллюстрирующие возможности метода голографической интерферометрии.
7. Голограммы оптических элементов.

С помощью голоскопа можно продемонстрировать следующие свойства голограмм:

1. Наличие действительного и мнимого изображения.
2. Псевдоскопичность действительного изображения.
3. Способность голограмм восстанавливать изображение всего объекта при освещении лишь небольшого её участка, размером в несколько мм².
4. Изменение размеров восстановленного изображения.
5. Явление параллакса наблюдаемого изображения.
6. Способность восстанавливать несколько разных изображений записанных на одной голограмме.
7. Изменение окраски изображения при изменении угла наблюдения.
8. Способность передачи изменения градаций яркости изображения в несколько порядков.

Голоскоп может быть использован как демонстрационное оборудование, на лекциях, практических занятиях и как лабораторная установка в общем или специальном физическом практикуме.

ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ПЛАНИРОВАНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Стефанова Г.П., Смирнов В.В.

Астрахань, Россия, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»
firstpro@asu.edu.ru, vsmirnov@asu.edu.ru

Планирование проведения экспериментов – это разработка системы действий, последовательное выполнение которых позволит получить конечный продукт с теми свойствами, которые указаны в цели эксперимента. Следовательно, прежде всего нужно сформулировать цель эксперимента.

Физические экспериментальные исследования, как правило, имеют следующие цели:

1. воспроизвести заданное физическое явление (познавательная задача №1 ПЗ№1);
2. установить, зависит ли некоторая величина от другой величины (ПЗ№2);
3. выяснить, каков вид зависимости между зависимыми величинами (ПЗ№3);
4. найти конкретное значение конкретной физической величины (ПЗ№4).

Исходим из того, что экспериментальная установка для решения данной познавательной задачи уже создана. Какие действия нужно выполнить с данной экспериментальной установкой, чтобы получить ответ на поставленную познавательную задачу?

Решение ПЗ№2 «Установить, зависит ли некоторая величина от другой величины» осуществляется в следующей исходной ситуации: разработана и смонтирована экспериментальная установка, позволяющая воспроизвести определенное явление и измерить те величины, между которыми должна быть установлена зависимость.

Чтобы сформулировать ответ на эту познавательную задачу, необходимо иметь перед глазами результаты измерения обеих величин для нескольких объектов исследования. Затем надо выбрать способ фиксирования экспериментальных данных. Как правило, это табличный способ: в верхней строке таблицы указываются значения независимой переменной, а в нижней – зависимой.

Дальнейшие действия связаны с приведением объекта исследования и воздействующего объекта во взаимодействие, приданием значения независимой переменной и фиксированием ее значения и значения зависимой переменной. Далее независимая переменная должна быть изменена, ее значение и значение зависимой переменной зафиксированы. Изменение независимой переменной должно быть осуществлено не менее трех раз.

Полная система действий по решению ПЗ № 2 «Зависит ли физическая величина, описывающая интенсивность явления, от величины, описывающей интенсивность воздействия?» выглядит следующим образом:

1. выбрать конкретные объекты исследования (не менее трех);
2. выяснить, какая из измеряемых величин будет независимой, а какая - зависимой переменной;
3. выбрать способ фиксирования экспериментальных данных. Если это табличный способ, то необходимо подготовить таблицу, состоящую из двух строк: в первой строке указать независимую переменную, величину, описывающую интенсивность воздействия, во второй - зависимую переменную, величину, описывающую интенсивность явления;

4. зафиксировать свойство объекта исследования в начальном состоянии;
5. привести воздействующий объект в контакт с объектом исследования (осуществить воздействие);
6. зафиксировать интенсивность явления и интенсивность воздействия (занести данные в таблицу);
7. привести объект исследования в первоначальное состояние;
8. изменить интенсивность воздействия;
9. зафиксировать интенсивность явления и интенсивность воздействия и вновь занести данные в таблицу;
10. проделать действия 7-9 не менее трех раз;
11. сформулировать ответ на ПЗ № 2 в качественном виде: величина ... зависит (не зависит) от ... величины; при увеличении (уменьшении) ... величины величина... увеличивается (уменьшается) для объекта исследования, с которым проводился эксперимент;
12. действия 3-11 выполнить с другими объектами исследования;
13. сравнив ответы на ПЗ №2 для всех объектов исследования, сформулировать общий ответ на ПЗ №2 в качественном виде; величина ... зависит (не зависит) от ... величины; при увеличении (уменьшении) ... величины величина... увеличивается (уменьшается).

При выполнении этой системы действий осуществляется прямое измерение физических величин.

Пример Спланируем свои действия при решении познавательной задачи: установить, зависит ли изменение температуры тела от количества теплоты, полученной телом при нагревании. Исходная ситуация для решения этой задачи состоит в следующем. Разработана и смонтирована экспериментальная установка, принципиальная схема которой изображена на рис. 1.

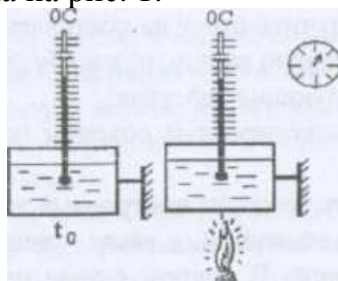


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки для выявления зависимости между количеством теплоты, пошедшим на нагревание тела, и изменением его температуры

Изменение температуры тела (жидкости) вычисляется как разность между температурой тела после нагревания и начальной - комнатной - температурой. Оба показателя измеряются термометрами.

Для измерения количества теплоты приборов не существует. Значит, предполагается оценивать количество теплоты, пошедшее на нагревание тела, на основе жизненного опыта: чем дольше нагревается тело, тем больше сгорает топлива и, следовательно, выделяется большее количество теплоты. Поэтому количество теплоты можно оценить по времени нагрева тела.

Следует заметить, что в эксперименте должны участвовать тела с постоянной массой. Условия проведения эксперимента следующие: 1) начальное состояние тела должно быть одинаковым (одна и та же начальная температура); 2) потери энергии при нагревании в каждом эксперименте должны быть одинаковыми.

Чтобы получить ответ на поставленный вопрос в этой ситуации, необходимо выполнить следующие действия:

1. выбрать конкретные объекты исследования, например, вода и подсолнечное масло;
2. выяснить, какая из измеряемых величин будет независимой, а какая - зависимой переменной (время нагревания - независимая переменная, а изменение температуры - зависимая);
3. начертить таблицу, в которой будем фиксировать значения времени нагревания τ жидкости, ее температуру в конце заданного промежутка времени нагревания t и разность температур Δt ($^{\circ}\text{C}$), указав при этом значение начальной температуры:

$t_0=18^{\circ}\text{C}$

τ, c						
$t, ^{\circ}\text{C}$						
Δt ($^{\circ}\text{C}$)						

1. измерить массу воды, налитой в сосуд; опустить термометр в воду и измерить ее первоначальную температуру;
2. зажечь горелку и одновременно включить секундомер;
3. греть воду какое-либо фиксированное время (например, 30 с), убрать горелку и измерить температуру воды (полученные значения величин внести в таблицу);
4. подождать, когда жидкость остынет до первоначальной температуры t_0 проверить, не изменилась ли масса воды, и если да, то восстановить ее до первоначального значения;
5. вновь поднести горелку, греть жидкость фиксированное, но большее, чем в предыдущем эксперименте, время, убрать горелку и измерить температуру воды;
6. зафиксировать в таблице промежуток времени и температуры воды в конце этого промежутка;
7. проделать действия 7-9 не менее трех раз;
8. сформулировать ответ на ПЗ№2 в качественном виде для воды;
9. действия 3-11 выполнить с другими объектами исследования, например, с подсолнечным маслом;
10. сравнив ответы на ПЗ№2 для всех объектов исследования, сформулировать общий ответ на ПЗ № 2 в качественном виде: величина ... зависит (не зависит) от ... величины; при увеличении (уменьшении)... величины величина... увеличивается (уменьшается).

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В ПРАКТИКУМЕ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ

Стефанова Г.П., Смирнов В.В.

Астрахань, Россия, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»
firstpro@asu.edu.ru, vsmirnov@asu.edu.ru

В Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования бакалавров машиностроения сформулированы компетенции, которыми должны обладать будущие выпускники. Приведем пример формулировки одной из профессиональных компетенций:

- умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (ПК-18).

Данная компетенция предполагает формирование у студента умений моделировать, разрабатывать, создавать (и, соответственно, проектировать, изображать, рассчитывать) модели технологических установок, объектов, процессов.

Для этого студента необходимо провести через ряд этапов практикума по общей физике, который является тем местом и средством, где закладывается фундамент профессиональных компетенций бакалавра машиностроения.

На первом этапе студенты учатся обобщенным методам решения познавательных задач, связанных с воспроизведением физического явления и установлением факта зависимости между физическими величинами (познавательные задачи 1 и 2 типов - ПЗ№1, ПЗ№2). Студенты овладевают следующими действиями: выделение структурных элементов экспериментальных установок; выделение свойств элементов экспериментальной установки, значимых для воспроизведения запланированного явления; составление принципиальных схем ЭУ для воспроизведения физических явлений и проведения физических исследований. Эти действия являются для всех студентов новыми и потому могут быть сформированы только при многократном их выполнении с различными физическими явлениями. Для проверки сформированности этих действий студентам предлагается разработать принципиальные схемы экспериментальных установок для решения одной из познавательных задач, например, установить, зависит ли 1) количество теплоты, выделяемой при сгорании топлива, от его массы; 2) сопротивление электролита от температуры; 3) сила фототока от длины волны света и др. Таким образом осуществляется обучение студентов элементам проектирования экспериментальных установок.

Студенты, успешно выполнившие контрольное задание, приступают к изучению конструкций и назначения различных экспериментальных установок, имеющих в физическом практикуме данного университета. Для этого им нужно 1) выделить физическое явление, которое воспроизводит данная экспериментальная установка (ЭУ); 2) разработать варианты принципиальных схем ЭУ, позволяющие воспроизводить выделенное студентом физическое явление; 3) установить, какому варианту принципиальной схемы соответствует данная ЭУ; 4) указать, какие элементы этой ЭУ выполняют функции объекта исследования, воздействующего объекта, управляющих элементов и индикатора; 5) сформулировать познавательные задачи, которые можно решить с использованием данной экспериментальной установки.

Далее студенты тренируются в планировании действий по решению познава-

тельных задач, сформулированных при изучении имеющихся в лаборатории экспериментальных установок. Занятия по планированию воспроизведения физических явлений и исследований при установлении зависимости между величинами с использованием данной экспериментальной установки должны осуществляться на материале лабораторных работ раздела «Механика».

Целью второго этапа является обучение студентов проведению исследований, соответствующих ПЗ№3 и ПЗ№4: найти значение конкретной физической величины и установить вид зависимости одной физической величины от другой. Особенностью решения задач этих типов является необходимость математической обработки и графического представления результатов экспериментов. Поэтому действия, связанные с методами оценки погрешностей прямых и косвенных измерений физических величин (вычисление случайной погрешности, абсолютной и относительной инструментальной погрешностей, погрешности отсчета и вычисления, правильная запись результатов измерений в экспериментах, полная обработка результатов прямых измерений, правила построения графика зависимости между величинами, значения которых найдены в экспериментах) становятся предметом специального усвоения. При решении таких экспериментальных задач у студентов формируется умение обрабатывать и анализировать результаты проведенного исследования. Для формирования обобщенных методов решения этих ПЗ проводятся занятия, на которых студенты решают их самостоятельно на примерах лабораторных работ по молекулярной физике и термодинамике. Также студенты могут найти конкретное значение и установить вид зависимости, используя лабораторные установки для изучения механических явлений. Лабораторные работы могут выполняться по обычному графику.

Формирование обобщенных методов проведения экспериментальных физических исследований, соответствующих выделенным познавательным задачам, осуществляется на специально разработанном и введенном курсе «Введение в практикум по общей физике», который реализуется параллельно с практикумом по общей физике.

Результатом реализации курса «Введение в практикум по общей физике» является студент, способный спланировать и провести экспериментальное исследование с применением обобщенных методов в соответствии с поставленной целью исследования.

Целью третьего этапа является подготовка студента, способного с опорой на обобщенные методы решения познавательных задач различных типов, самостоятельно сформулировать познавательную экспериментальную задачу, спланировать систему действий по ее решению, решить ее и критически оценить полученный результат. Для инженерных специальностей третий этап приходится на 3 – 4 семестры, на изучение разделов «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и квантовая физика». Выполнение работ каждого из названных разделов предваряется информацией преподавателя об особенностях используемых объектов исследований и специфических условиях взаимодействий. На этом этапе студенты, пользуясь обобщенными методами, многократно планируют и проводят исследования физических явлений различной природы.

При выполнении лабораторных работ в других практикумах целесообразно учитывать новые качества студентов и изменить инструкции к лабораторным работам, заменив подробные указания формулировкой целей экспериментальных исследований и предоставив студентам самостоятельно разрабатывать путь их дос-

тижения.

Опыт, имеющийся в Астраханском государственном университете, свидетельствует о том, что студенты, пройдя названную подготовку, способны самостоятельно проектировать и создавать экспериментальные установки для воспроизведения любых физических явлений. *Используя сформированные умения как основу, на специальных дисциплинах студенты проектируют технологические объекты и процессы.* Некоторые из студентов достигают такого уровня применения обобщенных методов, что могут разрабатывать оригинальные экспериментальные установки, не описанные в имеющихся практикумах. Большинство студентов способны переносить сформированные обобщенные методы с учебной деятельности на выполнение научно-исследовательских работ при дипломном проектировании, подготовке магистерских диссертаций и разработке проектов для участия в конкурсах и грантах.

1. Анофрикова С.В. Азбука учительской деятельности, иллюстрированная примерами деятельности учителя физики. Часть 1. Разработка уроков. - М.:МПГУ, 2001.- 236 с.

2. С. В. Анофрикова, Г. П. Стефанова, В. В. Смирнов. Введение в практикум по общей физике – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006. – 150 с.

3. Смирнов В.В. Методическая система формирования обобщенных методов проведения физических экспериментальных исследований у студентов физико-математического направления подготовки. –дисс. на соискание ученой степени доктора пед. наук. Волгоград, 2012.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ СПБГУ В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ «ЭЛЕКТРОФИЗИКА»

Стишков Ю.К., Ключарев А.Н., Павлейно М.А.
Санкт-Петербургский государственный университет
stishkov@paloma.spbu.ru

Покончить в ближайшей перспективе с накопленным за многие годы отставанием российской высокотехнологичной промышленности трудно без активного участия высококвалифицированного преподавательского корпуса Высшей Школы. Ни для кого не секрет, что в «перестроечный» период значительная часть выпускников вузов по естественным направлениям по ряду причин пополняла ряды офисного итеблишмента. Таким образом средства, выделенные государством на их образование, в том числе и на труд педагогических коллективов ВУЗов тратились во многом впустую.

Сегодня, когда в промышленности становится высока роль наукоемких технологий, а Высшая Школа еще сохраняет кадры преподавателей высокой квалификации, имеется возможность использовать инновационные формы подготовки студентов непосредственно по заказу промышленных предприятий. При этом роль самого предприятия не должна сводиться к простой заявке на требуемое число специалистов определенного профиля и оплате их обучения. В идеальном случае процесс подготовки кадров должен вестись ВУЗом и предприятием в тесном взаимодействии.

В качестве одного из вариантов такого сотрудничества приведем пример многолетнего опыта совместной работы Санкт-Петербургского государственного университета и Промышленной группы «Таврида-Электрик» – динамично развиваю-

щегося научно-производственного объединения, выпускающего высокотехнологичную конкурентоспособную на мировом рынке электротехническую продукцию, поставляемую в десятки стран мира. По объему продаж профильной продукции она входит в тройку мировых лидеров и имеет региональные отделения во многих странах.

По мнению руководства фирмы, инновационная инженерия сегодня – это отрасль, требующая серьезных вложений. Современному бизнесу нужно, чтобы инженеры высокотехнологичных предприятий и конструкторских бюро обладали фундаментальными знаниями о природе используемых ими физических процессов, а расчеты проводились с применением последних достижений компьютерной техники. Как правило, проходит несколько лет, прежде чем сотрудник, придя в фирму со студенческой скамьи, начинает удовлетворять этим требованиям. В условиях рыночной экономики такая длительная адаптация не должна иметь место.

Обучение студентов-электрофизиков по направлению «Прикладные математика и физика» на физическом факультете СПбГУ осуществляется на базе специально созданных учебных лабораторий и практикумов в рамках разработанного комплекса учебных дисциплин. Начиная с первого курса, студент выполняет курсовые работы в рамках разделов современной фундаментальной физики, но имеющие вполне определенную практическую направленность. При получении и обработке экспериментальных данных на испытательных стендах, созданных при технической и финансовой поддержке Промышленной группы «Таврида Электрик» студенты осваивают современные методы обработки информации. Это становится необходимым элементом обучения, как и практика компьютерного моделирования, использующего современные вычислительные комплексы.

На заключительных этапах обучения – при выполнении бакалаврских и магистерских работ – предлагаются и решаются задачи, максимально приближенные к проблемам современной электроэнергетики. Исследуются физические процессы в сильноточных вакуумных дугах, разрядные явления в воздухе, процессы в электрических контактах, решаются задачи электрической и механической прочности электрофизических установок.

В качестве примера приведем тематику научных исследований, выполненных студентами и аспирантами НОЦ «Электрофизика» за последние годы: экспериментальное исследование и компьютерное моделирование стримерных процессов и коронного разряда в газе атмосферного давления, исследования диэлектрических покрытий электродов барьерного разряда, электрический ветер. Эти задачи представляют большой интерес с точки зрения эффективности и безопасности электрофизического оборудования как промышленного, так и исследовательского типа. Сегодня на предприятиях «Таврида Электрик» успешно работает несколько десятков наших выпускников. По мнению руководителей фирмы, это может служить хорошим примером партнерства Высшей Школы и промышленности.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКИ И МЕХАНИКИ РАДИАЦИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тамуж В.П.¹, Кожамкулов Б.А.², Битибаева Ж.М.²

¹ИМП, Латвийский университет,

²Алматы, Республика Казахстан КазНПУ им. Абая

В последние годы значительно возрос интерес к кинетической теории разрушения композитов, основанной на изучении физико-механических процессов, вызываемым действием механических нагрузок и облучение. Процессы деформирования и разрушения в полимерах отличаются выраженной временной зависимостью. Это проявляется в частности в явлениях ползучести и статистической усталости, уменьшении разрушающего напряжения с увеличением продолжительности его действия. Глубокое изучение этих процессов позволит научно подойти к созданию новых высокопрочных полимерных материалов и способ защиты от радиационного разрушения.

Следует заметить, что к числу важнейших проблем физики конденсированного состояния также относится задача создания материалов с заранее заданными физическими свойствами. Необходимы материалы с высокой удельной прочностью, жаропрочные, износоустойчивые, стойкие к воздействию коррозионной среды, всевозможной радиации. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является разработка композиционных материалов (КМ) различного строения. Композиционные материалы (композиты) в отличие от высокопрочных конструкционных сплавов и монокристаллов успешно сочетают высокую прочность с большей вязкостью разрушения. Для понимания этих процессов требуется учитывать всю совокупность факторов, влияющих на физико-механические свойства композита: природу полимера и наполнителя, фазовое и физическое состояние полимера, условия отверждения связывающего и процессы.

Феноменологическое изучение прочностных свойств полимеров в физических исследованиях продолжает сводиться к изучению скорости накопления нарушений (возникновения и роста трещин) или обратной интегральной величины — долговечности под нагрузкой τ . Как и ранее [2], формуле Журкова для зависимости долговечности от приложенного напряжения σ и температуры T

$$\tau = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma \sigma}{kT} \quad (1)$$

придается глубокий физический смысл и дальнейшее развитие кинетической концепции прочности ведется как на основе анализа физического смысла этой формулы и входящие в нее коэффициенты τ_0 , U_0 , γ , так и на основе изучения прямыми методами природы элементарных актов, лежащих в основе процесса разрушения.

В развитии вопросов разрушения существуют два основных подхода: а) разрушение вызывается прорастанием наиболее опасного дефекта, когда коэффициент концентрации напряжений достигает критического значения и б) разрушение вызывается постепенным накоплением мелких дефектов в объеме материала. Прорастание трещины при этом является заключительным этапом разрушения.

Следует отметить, что наши знания об истинной форме дефектов весьма приближены; существенную роль в расчетах усредненных свойств должен играть учет вязкоупругих свойств, поэтому более целесообразным может быть определение значений коэффициентов k_1 , k_2 из макроопыта при простом нагружении и даль-

нейшее использование найденных коэффициентов для предсказания изменения свойств материала в других режимах нагружения.

Благодарность: работа выполнена при поддержке МОН РК по Гранту фундаментальных исследований. Тема «Исследование механических свойств и процессов радиационного разрушения композитов». Приказ комитета науки №23 от 25.09.2012 г. Договор №171 от 25.09.2012 г.

1. В.Р. Регель, В.П. Тамуж. Разрушение и усталость полимеров и композитов. Механика полимеров, 1977, № 3, -158-478.
2. Ядерная и радиационная физика: (Материалы международной конференции, посвященной 40-летию ИЯФ НЯЦ РК, г. Алматы, 8-11 октября 1997 г.) – Алматы: «PRINT-S», 1997г.- 274 с.
3. V. Kuksenko, V. Tamuzs. Fracture micromechanics of polymer materials. //Riga, Zinatne 1975 in Russian, English translation - Martinus Nijhoff Publ. - 1981., pp. 310
4. К.К. Шварц, Ю.А. Экманис. Диэлектрические материалы: Радиационные процессы и радиационная стойкость. – Рига: Зинатне, 1989.- 187с.
5. Регель В. Р. Физические аспекты изучения механических свойств композиционных материалов. — Изв. АН СССР. Сер. физическая, 1976, т. 40, Ns 7, с. 1376—1387.
6. Регель В. Р. Проблемы физики прочности композиционных материалов. — Тезисы докл. VIII Всесоюз. конф. по физике прочности и пластичности металлов и сплавов. Куйбышев, 1976, с. 66—69.
7. Tamuzh V. P., Tikhomirov P. W., Jushanov S. P. The fracture mechanism in materials having a heterogeneous structure. — Proc. IV Int. Conf. on Fracture. Toronto, Canada, 1977 (in press).

НЕВОЗМОЖНЫЕ ФИГУРЫ В ФИЗИКЕ

Трухачева В.А., Бородин В.И.
Петрозаводск, Россия, ПетрГУ
borvi@karelia.ru

Авторы данного тезиса продолжают тему, которая поднималась в работе [1], ввиду ее огромной значимости для учебного процесса. Речь идет о визуализации явлений в физике. Известно, что удачная графическая интерпретация физических явлений помогает усвоению сложного материала. Эффективная визуализация стимулирует работу памяти, позволяет увидеть суть проблемы, выявить в наборе данных новые знания и т. д. Это констатация. Реальность куда разнообразней.

Оказывается встреча с «невозможными», с точки зрения физических законов, фигурами не такое редкое явление, каким оно должно бы было быть. Ниже мы приведем лишь некоторые примеры, в которых визуализация потерпела фиаско, а именно, привела к нарушению физических законов.

Пример 1. Тепловое излучение (рис. 1)

Студенты действительно часто рисуют зависимость спектральной испускательной способности от частоты для разных температур именно так, как показано на рис. 1а, нарушая закон Стефана-Больцмана, а, зачастую, и закон Вина. На замечания преподавателя обычно отвечают: «Какая разница?» Мы далеки от того, чтобы объяснять поведение студентов вредным влиянием данного слайда. Мы не сомневаемся и в компетенции автора электронных презентаций. Возможно презентацию готовил не он и ошибку не заметил. Слайд существует много лет и участвует в учебном процессе. При этом ни один студент похоже не заметил ошибку, что говорит о многом. Удивительно и то, что в той же работе на слайде №15 есть правильный рисунок. Но какие-то другие далекие аналогии способствуют именно такой визуализации: вплоть до некой критической частоты испускательная

способность по рис. 1а не зависит от того, нагревается объект или охлаждается.

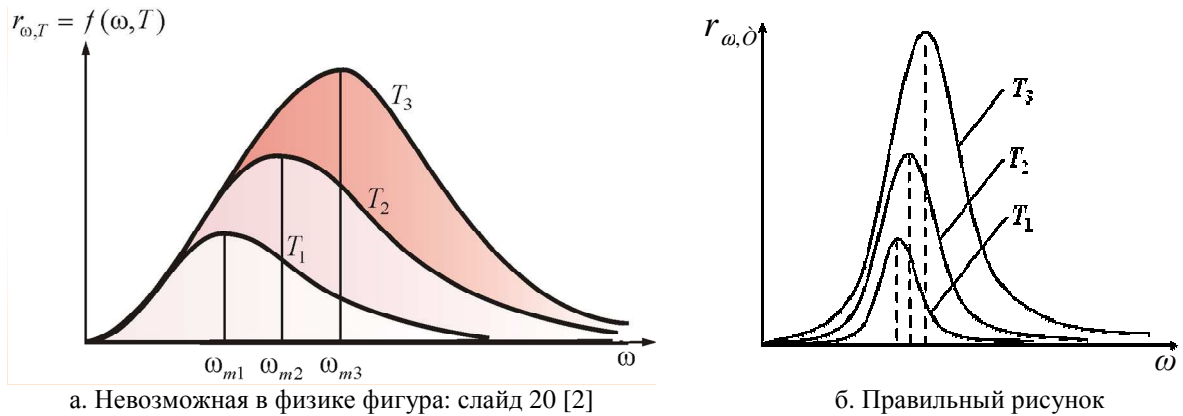


Рис. 1. Зависимость спектральной испускательной способности $r_{\omega, \Delta}$ от частоты ω для набора температур T

Пример 2. Эффект Комптона (рис. 2). Как бы мы не всматривались в рисунок 2а, изменения длины волны в результате упругого рассеяния исходной волны на свободном электроне, не обнаружим. А ведь именно изменение длины волны и составляет суть явления. Рисунок 2а взят не просто из пособия в интернете. Он взят из учебника — победителя конкурса Министерства образования РФ и адресован студентам технических университетов с углубленным изучением физики [3]. Подобные рисунки мы найдем в добротных учебниках по физике [4, 5] и не только. Картинки, которые мы привели, можно было бы назвать бесполезной визуализацией. Но, увы, они не бесполезны, они опасны как средство для запоминания ложной информации.

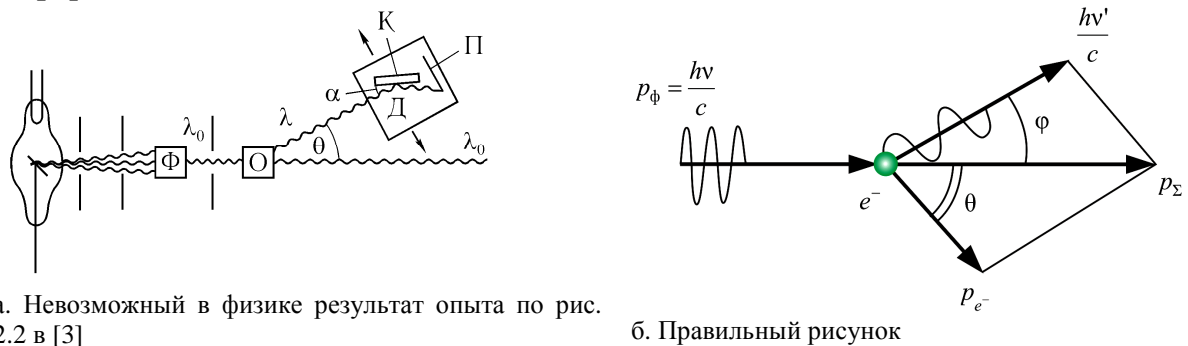


Рис. 2. Иллюстрации к эффекту Комптона: процесс упругого рассеяния фотона на электроне

«Невозможные» фигуры мы обнаружим и в искусстве. Широкую известность они получили благодаря, например, работам М. К. Эшера, Р. Пенроуза [6]. Художники экспериментируют с цветом, симметрией, формой объектов намеренно искажая их в поисках визуальной интерпретации математических законов, «логики» пространства и т. д. Должна ли невербальная поддержка физического образа быть безупречной? На наш взгляд качество рисунка может и «хромать»: он может быть сделан от руки, небрежно, но он не должен искажать смысла физического явления, не должен вводить в заблуждение. Например, рисунок 2б не точен: на нем разница (в длинах волн) между падающей и рассеянной волнами видна на глаз. Тогда как реально сдвиг длины волны составляет доли от комптоновской длины волны, равной $2,4 \cdot 10^{-10}$ см. Эта намеренное преувеличение, деформация эффекта, но оно необходимо для качественного понимания эффекта. Такие невозможные фигуры в науке допустимы.

1. Трухачева В. А., Бородин В. И. Введение основных понятий в волновую оптику. Физика в системе современного образования (ФССО-2013) Т.1, с. 189-191.
2. Кузнецов С. И. Презентация на тему: "Краткий курс лекций по физике» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/301474/>
3. Белонучкин В. Е., Заикин Д. А., Ципенюк Ю. М., Основы физики. Курс общей физики: Т. 2. Квантовая и статистическая физика / Под ред. Ю. М. Ципенюка. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 504 с. - ISBN 5-9221-0165-X (Т. 2).
4. Савельев И. В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 3-е изд., испр. / И.В. Савельев. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 320 с.
5. Матвеев А. Н. Атомная физика: Учеб. пособие для студентов вузов./ А. Н. Матвеев. — М.: Высш. шк., 1989.— 439 с:
6. Невозможный мир. Сайт Влада Алексеева. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://im-ossible.info/russian/articles/escher_math/escher_math.html

ВЫЗОВЫ НОВОГО ВРЕМЕНИ И ДИСТАНЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

Урюпина К.О.¹, Урюпин О.Н.²

¹С.Петербург, Россия, СПГУТД

²С.Петербург, Россия, ФТИ им. А.Ф. Иоффе

O.Uryupin@mail.ioffe.ru

В настоящее время широкое внедрение компьютерных интерактивных технологий в образовательные стандарты определилось как магистральное направление совершенствования всего комплекса элементов образовательного процесса. Особенно актуальным использование данных технологий для физического, технического и технологического образовательного комплекса становится с 2015 года из-за сильнейшего финансового давления, оказываемого разрастающимся экономическим кризисом на перспективы развития образования в России. Дело в том, что бурное развитие и совершенствование компьютерных программ позволяет в настоящее время обеспечивать планомерный систематический диалог между негуманитарными учащимися и преподавателями различных дисциплин, а уровень современного владения компьютерной техникой как преподавателей, так и учащихся различного возраста активно стимулирует дальнейшее расширение использования современной техники для достижения качественного результата по формированию образованного индивидуума, оптимизируя и перераспределяя при этом существенную долю финансовых потоков, направляемых, в частности, на физическое и техническое образование.

Нынешнее состояние мировой экономики бросает новые вызовы перспективам развития современных обучающих технологий различных дисциплин. Наиболее актуальным ответом на проблему непрерывного роста стоимости качественного образования в перспективе затяжного экономического кризиса мировой экономики является оптимизация расходов в расчете на одного подготовленного специалиста с одновременным ростом качественной образовательной подготовки выпускников для преодоления ими возможных последствий обостряющейся конкуренции на рынке труда. Таким образом, подготовка выпускников к созидательной деятельности в условиях быстро меняющегося агрессивного мира становится одной из наиболее важных и актуальных проблем современного образования.

Новые вызовы времени требуют, в первую очередь, необходимости формирования в процессе обучения способности учащихся воспринимать процесс перманентного колебания экономических условий обучения как смену перспективных

возможностей и умений адаптироваться к растущим требованиям со стороны общества для создания конкурентноспособного механизма развития социально-экономической мощи России. Современный критический этап научно-технического и социально-экономического развития России, ее временная изоляция от мирового сообщества, влияние современных макрофакторов развития гуманистического общества таких, как информатизация, технологизация, интернетизация, экологизация и гуманизация инициировали рост актуальности физического, технологического и технического образования, в свете поставленной президентом России задачи по формированию новых отраслей импортозамещающей промышленности. Увеличение технологий используемых промышленностью России во всех сферах жизнедеятельности, непрерывное ускорение темпа жизни, постоянное нарастание скорости и объемов получаемой информации обязательно должно сопровождаться соответствующим углублением различных технологических особенностей образования без увеличения аудиторной нагрузки как преподавателей, так и учащихся. Все перечисленные факторы выдвигают такое требование времени как создание нового, комплексного обучения, снижающего традиционную аудиторную нагрузку в пользу новых форм, в частности, таких, как дистанционное сопровождение процесса обучения. Дистанционное сопровождение - это один из способов интенсификации самостоятельной работы учащихся независимо от времени проведения аудиторных занятий, ориентированный на индивидуальные особенности каждого студента. Предлагаемая технологическая реформа образовательных программ физического и инженерного направления открывает широкие возможности совершенствования творческой инициативы учащихся по преодолению последствий кризисных явлений мировой и российской экономик, способствует снижению финансовых издержек на образование и обеспечивает приоритетные условия для интенсификации образовательного роста в странах, активно внедряющих такие технологические новшества на различных этапах решения образовательных задач.

Наиболее слабым местом в современном физико-технологическом образовании является организация систематической самостоятельной работы учащихся без присутствия побудительно-одобряющих персон, способных оперативно вмешиваться в ход освоения материала и обеспечивающих плавный эволюционный переход в системе знания-умения для каждого обучающегося индивидуума. Трудности, возникающие в применении изученных теоретических основ для практического использования общеизвестны и часто становятся тем краеугольным камнем, который останавливает или замедляет динамику формирования учащихся, как профессионально подготовленной личности, способной к самостоятельному решению новых задач, определяемых особенностями настоящего этапа мировой экономической системы.

Одним из важнейших достижений дистанционного сопровождения (ДС) служит уникальная возможность систематизировать не только аудиторную работу учащихся, но, в отсутствие прямого контакта учитель-ученик, способствовать преодолению трудностей, возникающих при самостоятельной внеаудиторной работе учащихся, за счет формирования индивидуальных ступенек роста при освоении не только теоретического курса, но и практических навыков по грамотному и последовательному применению твердых и прочно сформированных знаний для раскрытия творческого потенциала личности каждого учащегося через построенную преподавателем технологию индивидуально ориентированного профессионального роста учащихся.

Перечислим кратко основные особенности и преимущества дистанционного сопровождения:

1. ДС обеспечивает повышение наглядности изучаемого материала, за счет использования иллюстративных и мультимедийных средств подачи информации. Наглядность является дидактическим принципом, необходимым на всех ступенях учебного процесса. Средства наглядности обеспечивают целостное формирование образа или понятия и тем самым способствуют более прочному, легкому и скорейшему усвоению новых знаний и осознанию связи научных знаний с жизнью. Кроме этого, применение наглядности повышает интерес студентов к изучаемому предмету [1].

2. ДС облегчает структурирование излагаемого материала. Разбиение материала на главы и разделы разного уровня и содержания, с возможностью моментального перехода по ссылкам из одной части в другую, позволяет локализовать любую информацию в общем ее массиве и тем самым способствует легкому усвоению знаний в процессе обучения и дает возможность быстрого поиска необходимой информации.

3. ДС дает возможность выполнения виртуальных практических заданий, ошибки в которых не приводят к материальным, финансовым и существенным временным затратам со стороны обучаемого и обучающего. Виртуальные работы-тренажеры не могут, конечно, в полном объеме заменить реальной практики, однако, преследуемые цели соединения теории и экспериментальных навыков вполне достижимы.

4. ДС обеспечивает повышение доступности информации. Размещение информации в интернете, является самой удобной, доступной и дешевой формой подачи информации для потребителя на сегодняшний день. Существует ряд преимуществ интернета как места расположения и накопления знаний:

- доступность информации по цене и затратам;
- возможность выбора информации и сравнительного анализа;
- скорость получения информации;
- возможность ее получения вне учебного заведения;
- возможность мгновенного обмена информацией.

5. ДС дает возможность удаленного контроля преподавателя за работой студентов, что ведет к повышению объективности оценки уровня остаточных знаний через различные интервалы времени. Даная возможность позволяет следить за динамикой развития долговременной памяти обучающихся.

Дистанционное сопровождение учебной дисциплины, помимо основной теоретической информации, подразумевает использование ресурсов представленных на общеобразовательных сайтах. Существует проект федерального центра информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) направленный на распространение электронных образовательных ресурсов и сервисов для всех уровней и ступеней образования. Такими ресурсами, к примеру, являются открытые образовательные модульные мультимедиа системы (ОМС), объединяющие электронные учебные модули трех типов: информационные, практические и контрольные. Электронные учебные модули структурированы по тематическим элементам учебных предметов и дисциплин. Учебный модуль представляет собой законченный интерактивный мультимедиа продукт, нацеленный на решение определенной учебной задачи, который может использоваться как автономно, так и в курсе изучения различных дисциплин [2].

1. Урюпин О. Н. Построение современного учебного курса с учетом психофизических особенностей студентов // Международный журнал экспериментального образования. – №5., 2010. – С.144.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов // <http://fcior.edu.ru/>

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ В МНОГОМЕРНОМ ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Ходанович А.И., Сорокина И.В., Соколов Д.А.

Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный
институт кино и телевидения
akhodanovich@yandex.ru

Осуществление исторических научных проектов в свое время потребовало огромных затрат ресурсов, детального анализа возможных путей протекания физических явлений и технологических процессов, тщательного отбора наилучших вариантов постановки дорогостоящих экспериментов. Сложность возникающих задач делала их недоступными для стандартных приемов теоретической и экспериментальной физики, а необходимость решения проблем стимулировала возникновение вычислительной физики как новой методологии научных исследований [1].

В начале XX века внимание многих ученых было привлечено к различным задачам физики твердого тела. Их интересовало, можно ли предсказывать теплоемкость твердых тел на основе простых представлений о движении и взаимодействии отдельных частиц, как в кинетической теории газов. Проблема хаотизации колебаний атомов в нелинейном кристалле (термализация) восходит к работам П. Дебая (1914 г.).

Позднее, в 50-х годах Э. Ферми были инициированы вычислительные эксперименты в физике твердого тела на одной из первых ЭВМ. Дж. Паста и С. Улам рассчитывали динамику 64 связанных осцилляторов с нелинейными силами взаимодействия. Вместо термализации энергии обнаруживался квазипериодический обмен энергии между нормальными модами или солитонные решения в нелинейной среде. Кроме того, наблюдался парадокс возврата системы к начальному состоянию. Совокупность изучаемых вопросов численного моделирования стали называть проблемой Ферми- Паста- Улама (ФПУ) [2].

Актуальность изучения вопросов физики нелинейных явлений связана с тем, что идеи, методы и результаты физики открытых систем, нелинейной динамики, служат фундаментом педагогической и научной деятельности специалистов разного профиля- физиков и математиков, химиков и биологов, экономистов и социологов.

Одним из центральных в современной физике является представление о нелинейных явлениях, в частности, о механизмах рассеяния носителей заряда в физике конденсированного состояния. В этой связи необходимо понимание того, что в идеально-периодической структуре (идеальный кристалл) электронная волна распространяется без рассеяния, и последнее возникает на структурных неоднородностях [4].

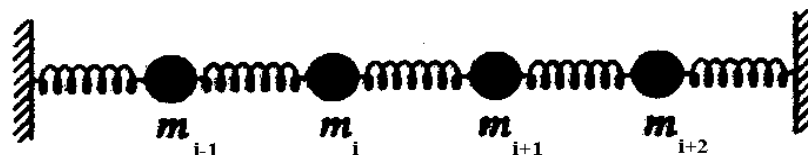


Рис. 1. Механическая модель в физике конденсированного состояния

Для формирования понятий и представлений в физике конденсированного состояния, изучения численных методов математического и компьютерного моделирования может быть полезна известная механическая модель – цепочка связанных осцилляторов Ферми-Паста-Улама (рис.1) с системой дифференциальных ньютоновских уравнений:

$$m\ddot{x}_i = -k \cdot (2x_i - x_{i-1} - x_{i+1}) + \alpha \cdot ((x_{i+1} - x_i)^2 - (x_i - x_{i-1})^2), \quad i = 1 \dots n$$

$$\text{и однородными граничными условиями } x_0(t) = x_{n+1}(t) = 0 \quad (1).$$

Очевидно, размерность многомерного фазового пространства (пространства координат и импульсов) исторических задач вычислительной физики ограничивалась техническими возможностями первых ЭВМ. Сегодня использование современного программного и математического обеспечения в учебном компьютерном эксперименте позволяет «качать» сотни связанных осцилляторов наблюдая нелинейные волновые процессы и спектры колебаний средствами интерактивной компьютерной графики (с помощью ИКГ-систем). Причем, оптимизация программирования с использованием численных методов, функций символьных преобразований в системах компьютерной математики (например, в среде *Maple*) обеспечивает минимальный размер файла программы компьютерного эксперимента, текст которой, может состоять, практически, из нескольких строк, написанных на удобном алгоритмическом языке.

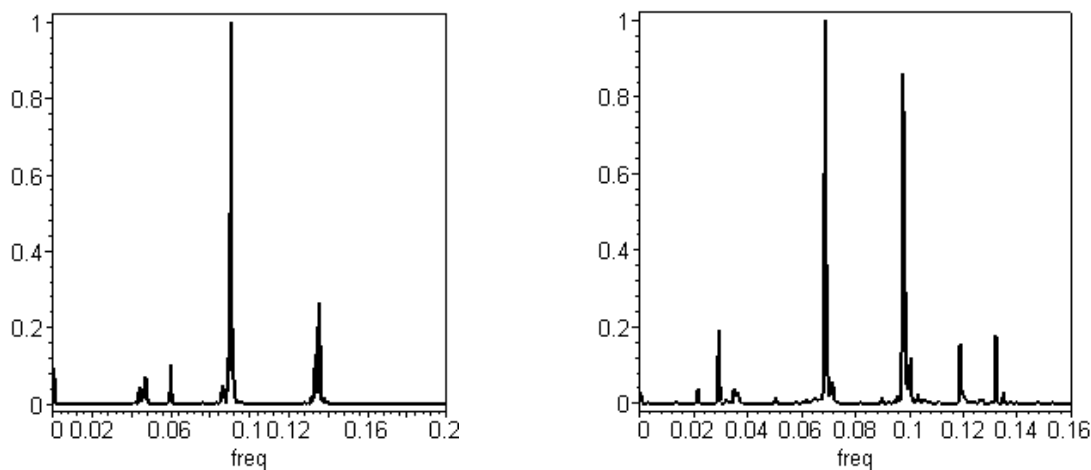


Рис.2. Спектральный анализ нелинейных колебаний в многомерном фазовом пространстве

На рисунке 2 представлены результаты спектрального анализа нелинейных колебаний в цепочке связанных осцилляторов с одинаковыми и случайными массами.

Заметим, что для развития навыков исследовательской деятельности в рамках компетентностного подхода могут эффективно использоваться современные, акту-

альные научные проблемы. Полученные решения должны содержать существенные научные результаты, в то же время проблема должна быть еще далека от окончательного разрешения. К тому же, выбираемая проблема должна лежать на стыке двух или даже нескольких областей знания. Это связано с дидактическим требованием доступности: современные научные проблемы в рамках развитых областей знаний – физики, математики, информатики, как правило, сложны и недоступны для решения в учебных исследованиях.

1. Голубовская М.П., Ходанович А.И. Компетентностный подход в информационном пространстве системы непрерывного физического образования. Научный журнал «Физическое образование в ВУЗах», 2004, Т.10, № 3.- С 112-121.

2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Компьютеры и жизнь: Математическое моделирование.- М.: Педагогика, 1987.

3. Соколов Д.А., Сорокина И.В., Ходанович А.И. Моделирование как фактор развития научного понимания в медиаобразовании. Материалы V Международной научно-теоретической конференции «Человек. Коммуникация. Культура.- СПб.: СПбГУКиТ, 2013.- С 296-299.

4. Соколов Д.А., Сорокина И.В., Ходанович А.И. История физических задач в современной метаметодике учебных исследований. Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2014. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-14901>.

5. Харкевич А.А. Спектры и анализ. Изд. 4-е.- М.: Изд-во ЛКИ, 2007.- 240 с.

ОШИБКИ В УЧЕБНИКАХ – ОТ «ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА» ДО «КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ»

Хунджиа А.Г.

Москва, РФ, МГУ им. М.В. Ломоносова

Khundjua@mail.ru

Физика – точная наука, и допустить ошибку или неточность, как оказывается, можно практически при изложении любого вопроса. Однако есть темы, наиболее подверженные этому недугу. К ним следует отнести

I закон Ньютона - зачастую вытекающий из второго закона, и сопутствующие ему вопросы, например, определение инерциальных систем отсчета: «Инерциальными можно считать все системы отсчета, которые покоятся или движутся равномерно и прямолинейно», без указания относительно чего они движутся.

В законе Гука нередко откуда-то появляется знак «минус», или дается формулировка «Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна удлинению тела», по существу объединяющая закон Гука и III закон Ньютона. Объединение нескольких законов Ньютона без соответствующего комментария приводит, например, к утверждениям: «Под действием силы тяжести прогибается линейка, сжимается или растягивается пружина», далее рисунок и предостережение «Никогда не путайте силу тяжести и вес тела!», которое автором следовало бы обратить, прежде всего, к себе.

Закон Ома для участка цепи (у многих авторов он вытекает из определения электрического сопротивления): «Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна электрическому сопротивлению данного участка цепи» и тут же «Отношение приложенного напряжения к силе тока ... называется электрическим сопротивлением участка цепи», а о том, что сопротивление – постоянная величина (что и является утверждением закона Ома) – ни слова.

Глаз, как оптический прибор, и построение изображения в лупе вызывает много вопросов. Вот, что можно вычитать о лупе: «Увеличение можно определить экспериментально. Для этого с помощью лупы получают чёткое изображение предмета и измеряют расстояние от предмета до лупы. Оно является фокусным расстоянием лупы». У тех же авторов можно прочесть, что «Лупа – это линза с малым фокусным расстоянием. Её обычно помещают близко к глазу, а предмет – в её фокусе. Лучи от предмета после преломления в линзе образуют параллельный пучок. В этом случае мелкие детали предмета рассматриваются без напряжения», а также «Близорукость обусловлена тем, что сетчатка удалена от хрусталика на расстояние большее, чем при нормальном зрении». Кроме того «Изображение предмета на сетчатке получается перевернутым. Мы же его воспринимаем прямым. Это происходит потому, что предметы воспринимаются не только глазом, но и другими органами чувств»...

А чего стоят следующие утверждения:

«Большинство физических величин имеет определенные единицы».

«Теплопроводность – физическая величина, характеризующая свойство вещества передавать теплоту» (вообще то теплопроводность свойство или явление, а физической величиной является коэффициент теплопроводности).

«Равномерным называют такое движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути» (должно быть совершает одинаковые перемещения).

«Ускорение – векторная величина. Значение ускорения может быть и положительным и отрицательным».

«Оказывается, человеческий организм гораздо сильнее, чем та тяжесть, которую он поднимает рукой».

«В астрономии ... измеряют диаметры звезд...» - хотя авторам следовало бы знать, что все звезды (кроме Солнца) в самых мощных телескопах остаются точечными объектами, и ни о каких измерениях диаметров нет и речи.

Замечательны и некоторые задания для самостоятельной работы:

Сравните углы падения и отражения звука...

Изготовьте перископ...

Докажите, что фокусное расстояние равно половине радиуса зеркала ...

Как можно соединить между собой подвижные и неподвижные блоки, чтобы получить выигрыш в силе в 4 раза; в 6 раз?

Изучение ряда вопросов, относящихся к дисциплине «физика» начинается еще в начальной школе в рамках предмета «Окружающий мир». Из учебников по этому предмету можно узнать, что:

«Архимедом было замечено ещё одно свойство: если две лужи соединить канавкой, вода потечет туда, где её уровень ниже...».

«Сплав никеля и хрома от электричества сильно нагревается, а вольфрам даже светится...».

«Электричество – универсальный вид энергии. Для его получения пригодны любые виды топлива или силы природы...».

«Электрический шнур обычно состоит из двух проводов ... Электроны приходят по одному проводу, делают свою работу и уходят по другому проводу...».

«...при понижении температуры они (капли воды) замерзают, становятся тяжелыми и начинают падать вниз...».

Этот список грубейших ошибок можно продолжать и продолжать, так что наши дети и внуки приступают к изучению физики, имея определенный багаж знаний.

В последние годы авторы учебников географии взяли смелость учить детей физическим понятиям - при этом избрав одну из наиболее сложных тем – атмосферное давление и влажность воздуха. При первом же упоминании давления – ошибка: ...давление, это сила с которой атмосфера действует ... и т.д.

Все приведенные примеры взяты из учебников, имеющих тот или иной гриф – т.е. ответственность за эти безобразия лежит уже не только на авторах, но и на других организациях, в основном, на министерстве образования. Пресечь поток откровенной халтуры не так-то просто. По-видимому, это можно сделать, только предавая каждую ошибку или откровенную галиматью широкой гласности, например, на независимом сайте, что в век интернета вполне выполнимо. Кроме того, такой сайт поможет и в выявлении многих и многих ошибок и не позволит авторам учебников игнорировать разумные замечания.

Поскольку споры об ошибках в учебниках бывают весьма эмоциональными, необходим «критерий истины», в качестве которого предлагается считать доступную всем «Физическую энциклопедию», имеющую общепризнанный авторитет и коллективное авторство. Можно дискутировать по поводу приведенных примеров ошибок и неудачных высказываний, но хотелось бы опираться на мнение именно предложенного критерия истины.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО КУРСА ФИЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ

Червова А.А.

Шуя, Россия, ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный университет»,

Шуйский филиал

Innovacia-sgpu@mail.ru

Проблема разработки профессионально-ориентированного курса физики возникла не в первые, так на строительных и архитектурных факультетах читаются курсы «Строительная физика» и «Архитектурная физика» [2]. «Основы архитектурной климатологии, акустики и светотехники», «Физика и химия цвета» и др. однако приведенные выше курсы не решают проблемы подготовки студентов-дизайнеров в области физики, поскольку адресованы студентам строительных или архитектурных специальностей изучающих курс общей физики или являются недостаточными по объему информации, как, например курсы «Архитектурная светология» и «Физика и химия цвета» [4].

Отбор содержания предполагает «движение» в двух встречных направлениях – со стороны науки и со стороны профессиональной деятельности.

Для этого, в первую очередь, следует выделить группы знаний, которые необходимо сообщить студентам. Вслед за Д.В. Чернилевским, выделим следующие группы знаний [6, с. 112], с помощью которых может быть упорядочено содержание. Это: мотивационные, понятийно-описательные, теоретические и ориентировочные знания. Мотивационные знания направлены на реализацию побудительной и направляющей функции учебной информации. Отобранный учебный материал

должен способствовать эффективному формированию профессиональной мотивации. Понятийно-описательные знания содержат учебную информацию, не требующую доказательств (понятия, фиксируемые в виде определений). Теоретические знания содержат учебную информацию, требующую доказательств (методика расчета, выводные формулы и теоремы). Ориентировочное знание – это знание о том, как должно выполняться новое действие.

Согласно рекомендациям [5], *первый уровень проектирования содержания обучения* - это уровень общетеоретических представлений о передаваемом подрастающему поколению социальном опыте в его педагогической интерпретации. Следуя рекомендациям В. В. Краевского, на первом уровне проектирования содержания обучения были проанализированы следующие источники информации, включающие сведения о необходимом уровне подготовки в области физики студентов – дизайнеров:

– Государственные образовательные стандарты для специальности 030500.04 «Профессиональное обучение (дизайн)». [3].

– Учебные и учебно–методические пособия и программы по дисциплинам содержательно близким к пролектируемой, но предназначенным для студентов изучающих общий курс физики и др.

– Учебные программы по дисциплинам, обеспечивающим подготовку к дизайнерской проектировочной деятельности и другая учебно-методическая литература.

На основании анализа вышеперечисленных источников был составлен перечень элементов содержания профессионально-ориентированного курса физики, которые могут быть актуальны при подготовке специалиста – дизайнера.

В качестве элемента содержания нами выделялся такой фрагмент учебной информации, который в дальнейшем мог быть использован непосредственно при изучении других тем раздела «Электромагнетизм», других разделов курса физики, общетехнических дисциплин и дисциплин отраслевой подготовки, непосредственно в профессиональной деятельности будущего специалиста.

На втором уровне проектирования содержания учебного предмета рассматриваются функции отобранных элементов содержания в обучении студентов дизайнеров.

Значение элемента содержания для будущей профессиональной деятельности устанавливалось нами методом графов [1]. Порядок построения графов был описан нами выше. На основании построения графов нами было отобрано содержание необходимое для изучения и представлено в виде таблицы.

Таблица 1 Отбор содержания профессионально - ориентированного курса физики для студентов, будущих дизайнеров

Физические основы	Прикладные вопросы	Обеспечение художественного проектирования
Физика атмосферы. Тепловой баланс Земли. Процессы в атмосфере. Облака. Ветер.	1. Архитектурная климатология	Оценка соответствия оформляемого помещения климатическим требованиям.
	1.1 Климат и архитектура	
Основы молекулярно-кинетической теории. Теплопро-	Выделение климатических зон, особенности архитектурных решений для различных климатических зон.	Выбор и теплотехнический расчет отделочных материалов для проектирования
	1. 2 Климатический анализ	

водность, теплопередача. Способы передачи тепла: конвекция, кондукция, излучение, испарение.	Микроклимат помещений. Классификация помещений, факторы микроклимата и расчеты, связанные с его формированием.	помещений различного функционального назначения с учетом климатических особенностей.
Основы физической оптики. Фотометрия и светотехника. Основные законы геометрической оптики. Физические основы цветности. Физические основы работы осветительных приборов.	2. Архитектурная светология	Расчет средств защиты от солнечной радиации. Расчет искусственного освещения помещения на основе имеющегося архитектурного решения.
	2.1. Архитектурное освещение. Естественное освещение зданий. Основные законы, источники естественного освещения. Искусственное освещение. Искусственные источники света.	
	2.2. Инсоляция и солнцезащита. Инсоляция. Использование ресурсов солнечной энергии для оптимизации световой Среды. Солнцезащита.	
	2.3. Цветоведение. Свет и зрение. Особенности зрения в архитектуре. Систематизация цветов. Колориметрическая система МКО.	
	4. Размещение проекционного и экранного оборудования в помещениях различного назначения.	
	3.1 Размещение проекционного оборудования. Принципы действия проекционного оборудования.	Размещения проекционного или экранного оборудования в помещении учебного или бытового назначения.
	3.2. Размещение экранного оборудования (дисплеи, телевизоры).	
	3. Звуковая среда в городах и зданиях.	
Акустический расчет оформления интерьера зала на основе имеющегося архитектурного решения.	3.1. Шумозащита и звукоизоляция помещений. Звукоизолирующие материалы и конструкции	Акустический расчет дизайнерского решения зала культурно-развлекательного комплекса.
	3.2. Акустика залов и помещений. Основные акустические характеристики. Принципы акустического проектирования. Системы озвучения залов.	

На втором уровне проектирования содержания обучения также дается нормативное описание содержания. Нормативное описание отобранного содержания представлено в виде авторской программы курса.

1. Архангельский, С. И. Лекции по теории обучения в высшей школе / С. И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1974. – 384 с.

2. Архитектурная физика: учебник для вузов: Специальность «Архитектура» / В. А. Лицкевич, Л. И. Макриненко, И. В. Мигалина и др.; Под ред Н. В. Оболенского. – М.: Архитектура – С, 2005. – 448 с.

3. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 030500.04 «Профессиональное обучение (дизайн)». – М.: 2000 г.

4. Киреева, Н. К. Программа по дисциплине «Физика и химия цвета» / Н. К. Киреева. – Н.Новгород: ВГИПА, 2004 г

5. Краевский, В. В. Проблемы научного обоснования обучения / В. В. Краевский. – Методологический анализ. – М.: Педагогика, 1977. – 264 с.

6. Чернилевский, Д. В. Технология обучения в высшей школе / Д. В. Чернилевский, О. К. Филатов. – М.: Экспедитор, 1996. – 288 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕРЕСА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРИАТА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ ИРГТУ

Шишелова Т. И., Коновалов Н. П.

Иркутск, Россия, Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет
i03@istu.edu

Федеральный образовательный стандарт высшего профессионального образования усиливает требования к подготовке бакалавров научно-исследовательской деятельности. Выполнение этой задачи требует вовлечение студентов в исследовательскую работу. Несмотря на значительный интерес исследователей к формам и методам организаций научно-исследовательской деятельности, вопрос его организации на младших курсах изучен не достаточно.

Министерство образования приступило к реализации образовательных программ бакалавриата, в которых заложены требования к формированию у обучающихся профессиональной компетенции, используя интерактивные формы обучения. Компетентностный подход и внедрение интерактивных форм требуют от преподавателей иных форм организаций учебного процесса. Одним из требований к условию образовательных программ подготовки специалистов на основе ФГОС является использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с самостоятельной работой.

В течение многих лет кафедра физики нашего университета проводит работу по разработке и внедрению новых образовательных технологий для предоставления качественного современного образования, обеспечивающего единство учебной, научной и творческой деятельности, позволяющие студентам не только приобрести глубокие, профессиональные знания, но и реализовать свой творческий и интеллектуальный потенциал, приобрести навыки исследовательской деятельности, сформировать исследовательскую компетенцию.

Пути повышения интереса к исследовательской деятельности: лекционный курс, лабораторный практикум, научные семинары, конференции, организация круглых столов, исследования в заводских лабораториях, в технопарке, в выставках и конечно интеллектуальный потенциал, профессионализм профессорско-преподавательского состава. Всю эту работу мы начинаем с первых месяцев обучения студентов в ВУЗе, где закладывается интерес к научной деятельности на первых вводных занятиях и продолжаем в течение всего периода обучения физики. Остановимся на некоторых примерах вовлечения в исследовательскую деятельность студентов младших курсов:

– участие в фестивале науки. В рамках всероссийского фестиваля науки и в целях активизации развития интеллектуального потенциала и научного уровня молодежи, министерство образования и науки РФ и ИрГТУ в ноябре 2014 года провели конкурс научно-исследовательских проектов и конкурс фотовыставки, основными задачами которого было: раскрытие творческого потенциала молодежи, во-

влечение ее в научную и инновационную деятельность, выявление перспективных молодых ученых, стремящихся заниматься фундаментальными и прикладными исследованиями. К этому мероприятию мы привлекали не только студентов, но и учащихся школ. За выставленный информационный продукт, учащийся колледжа занял первое место, получил грамоту и приз. За проект «Прикладные исследования в области физики» также получили грамоту.

– участие в международных выставках, презентация учебно-методических изданий (РАЕ). За представленный нами проект «Вода Байкала» получен сертификат и диплом лауреата всероссийской выставки.

– внедрение интерактивных методов обучения. Опыт внедрения интерактивных форм обучения показал, что использование методов проекта в лекционном курсе способствует формированию исследовательской (поисковой) компетенции и значительно повышает интерес к исследовательской деятельности. Нами разработана, опробована и внедрена в учебный процесс педагогическая модель профессионально значимых проектов по физике для бакалавриата. Участники проекта, как правило, не раз участвовали в проектной деятельности, имеют публикации. Ряд участников данных проектов продолжили работу в этом направлении, поступили в аспирантуру, защитили диссертацию.

– работа в технопарке, посещение исследовательских лабораторий, ознакомление с научными работами наших ученых способствует приобретению определенных интересов к научно-исследовательской работе.

– расширение тематики лабораторного практикума, постановка новых лабораторных работ с профессиональной направленностью, компьютерное моделирование.

– немаловажную роль в этом вопросе отводится профессиональной компетенции преподавателя. Только преподаватель, занимающийся наукой, может приобщить студентов к научной деятельности.

– использование интерактивного оборудования, которое требует новых методов преподавания. Информатизация процесса образования заложена в Концепцию модернизации российского образования. Никакой прогресс и модернизация невозможна без информационных технологий. Это оборудование обеспечивает эффективность использования интерактивных технологий, которая помогает преподавателям творчески привлекать внимание обучающихся, проводить презентации научно-исследовательских работ студентов, семинары, конференции. Ректоратом института продолжают работы по приобретению, установке и внедрению интерактивного оборудования в университете.

– организация и проведение научно-исследовательских конференций, семинаров и круглых столов обычно при работе над проектом в заключительной части мы проводим научно-исследовательские конференции с определенной тематикой, заслушиваются и обсуждаются научные сообщения. Часто на такие мероприятия мы приглашаем наших ведущих ученых, представителей крупных предприятий, их выступление вызывает большой интерес у студенческой аудитории.

– наглядная агитация формирования интереса к исследовательской деятельности. Обычно после проведения научной конференции мы оформляем фотомонтаж (фотогазеты) и выставляем их для обозрения до будущего мероприятия. Такая наглядная агитация также привлекает внимание и интерес к исследовательской деятельности. У студентов появляется желание участвовать в следующих конференциях.

Все это способствует повышению интереса у младших курса обучения и формированию определенных компетенций.

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ ИРГТУ

Шишелова Т. И., Павлова Т. О.

Иркутск, Россия, Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет
i03@mail.ru

В условиях современного образования большое значение отводится формированию компетенций. Необходимость формирования исследовательской компетенции декларируется во многих программных документах, регламентирующих деятельность ВУЗа. Под исследовательской компетентностью понимают интегративную характеристику личности, предполагающую владение методическими знаниями, технологией исследовательской деятельности, ее признанием, готовность к ее использованию в профессиональной деятельности и устойчивой мотивацией. Исследовательская компетенция - это познавательная, профессиональная мотивация, мотивация достижений. (Шашкина М.Б., Богачук А.В.)

В связи с социально-экономическими изменениями вызвана необходимость формирования новых центров разработки передовых технологий, развитие прикладных и фундаментальных исследований. Федеральный образовательный стандарт высшего профессионального образования усиливает требования подготовки бакалавров к решению задач научно-технической деятельности и формирования исследовательской компетенции.

Несмотря на актуальность поставленной задачи в этом вопросе есть еще много не реализованных проблем. Во-первых, это касается возможности формирования исследовательской компетенции на младших курсах обучения. По программе курс общей физики начинается с первого семестра. В это время поступивший на обучение студент не в полной мере ориентирован на возможность заняться научно-исследовательской деятельностью. Вот именно здесь важна роль преподавателя. Важно не упустить этот момент. Необходимо, чтобы преподаватель помог "прикоснуться к науке", показать возможность, как и где можно заниматься научными исследованиями с первого курса обучения. Целесообразно это делать на первых вводных занятиях лекционного курса и лабораторного практикума. Важно, чтобы креативный преподаватель сам видел перспективу решения данной проблемы.

Кафедра физики в течение многих лет занимается вопросом активизации научно-исследовательской деятельности студентов младших курсов. В этом плане у нас много методических наработок. В настоящее время, учитывая актуальность этого вопроса, мы более глубоко решаем эту проблему.

Проблема: установления и поиска возможностей формирования исследовательской компетенции у младших курсов обучения. В связи с этим возникает необходимость разработать:

- теоретическую основу формирования исследовательской компетенции студентов младших курсов;
- определить организационно-педагогические условия ее формирования;
- экспериментальные исследования результатов и эффективность формирования

ния исследовательской компетенции.

Объект исследования – процесс подготовки бакалавров в образовательном учреждении высшего профессионального образования.

Предмет исследования – содержание, средства и методика формирования исследовательских компетенций студентов младших курсов.

Гипотеза - возможно и целесообразно формировать исследовательскую компетенцию уже на младших курсах обучения. В связи с этим был поставлен целый ряд задач, для решения которых были использованы различные методы:

– анализ психолого-педагогической и методической литературы, научные публикации, нормативные документы, наблюдение, анкетирование;

– анализ моделирования учебного процесса и пр.

Этапы работ: – обзор литературных источников;

– моделирование путей решения проблемы;

– анализ и систематизация экспериментальных данных.

При обучении физики необходимо сочетать фундаментальность образования, позволяющее формировать глубокие знания, заложенные в программе с введением в процесс обучения инновационных технологий. С точки зрения психологической дидактики и точки зрения деятельного подхода фундаментальность образования характеризуется принципами: научность, систематичность, последовательность - все составляющие деятельного компонента образования при включении обучающихся в исследовательскую деятельность. Основными конечно здесь являются интерактивные методы обучения, к которым относится метод проекта.

Нами проведены фундаментальные исследования интерактивных форм обучения в учебном процессе. Основное внимание было уделено методу проекта. Разработаны организационно-педагогические условия использования интерактивных профессионально значимых проектов на младших курсах ИрГТУ. [1,2.] Разработана, опробована и внедрена в учебный процесс модель профессионально значимых проектов по физике для младших курсов бакалавриата. В результате работы над проектом решается основная задача – приобретение новых знаний, умение пользоваться приобретенными знаниями, собирать и анализировать информацию, принимать решение, развитие творчества – все это способствует формированию необходимых компетенций, в том числе и научно-исследовательской. Сделан вывод о необходимости применения современных интерактивных форм обучения с младших курсов, когда закладывается научный потенциал и формируются необходимые компетенции.

На кафедре разработан и внедрен в учебный процесс цикл лабораторных работ для курса общей и прикладной физики с элементами научного исследования, что позволяет ознакомиться с работой на сложном современном оборудовании, проведению реального эксперимента, освоению навыков исследовательской работы и формирование исследовательской компетенции.

Также одним из основных методов формирования исследовательской компетенции является организация и проведение научных конференций и круглых столов. Тематику научных сообщений студентов, как правило, мы подбираем в связи с их будущей профессиональной деятельностью. Одни работы содержат анализ литературного обзора, другие являются результатом исследовательской деятельности. Несомненно, все это помогает студентам овладеть современными методами поиска, обработки и использования информации, освоить некоторые моменты научно-исследовательской деятельности, отстаивать и защищать свое мнение, что развива-

ет у них творческое отношение к труду. Можно отметить, что новое современное образование создает новый образовательный продукт, основой которого является самостоятельный поиск информации, ее анализ, интерпретация с целью получения новых знаний – это и есть начало исследовательской деятельности, которая создает определенные компетентности, в том числе и научно-исследовательские. Обычно конференции нами проводятся в торжественной обстановке, в конференц-зале с участием директоров институтов, проректора по учебной или научной работе, которые открывают конференцию, приветствуют участников и желают успехов в их начинающей научной деятельности. Это является наглядным примером приобщения студентов в научной деятельности. Анкетирование участников конференции показало, что все они без исключения положительно ответили на вопросы (хотите ли вы посещать научные семинары, принять участие в новых научных мероприятиях, интересно ли было посетить конференцию и прослушать доклады). Все это способствует привлечению к научным исследованиям и формированиям исследовательской компетенции.

Таким образом, проведенные нами исследования подтвердили нашу гипотезу, что расширение тематики лабораторного практикума, организация лабораторных работ с элементами научного исследования наряду с традиционными лабораторными работами, компьютерное моделирование, использование метода проекта в лекционном курсе способствует формированию исследовательской компетенции младших курсов обучения. К теоретической значимости наших исследований следует отнести: теоретический синтез; обобщение; анализ педагогической литературы.

- показана актуальность необходимости формирования исследовательских компетенций на младших курсах обучения;
- выявлены организационно-педагогические условия формирования исследовательской компетенции студентов младших курсов.

Практическая значимость - разработаны и опробованы организационно-педагогические методы формирования исследовательской компетенции студентов младших курсов при изучении курса общей физики.

Методы включают: цели задачи, средства их достижения, результаты деятельности.

Педагогическим условием формирования являются:

- ориентация учебного процесса на формирование исследовательской компетенции;
- расширение тематики лабораторного практикума, организация лабораторных работ с элементами научных исследований, работ по прикладной физике;
- компьютерное моделирование;
- широкое использование метода проекта в лекционном курсе;
- организация и проведение научно-исследовательских конференций.

Все это способствует формированию исследовательской компетенции у студентов младших курсов, подготавливает их к исследовательской работе на старших курсах и как следствие формирование исследовательской компетенции выпускника ВУЗа.

Основными показателями сформированной научно-исследовательской компетенции являются:

- устойчивый интерес к источникам научной информации;
- активный поиск при решении исследовательских проблем;

– грамотное, логическое представление и защита полученных результатов научного исследования.

1. Шишелова Т. И., Коновалов Н. П., Шульга В. В. Опыт внедрения интерактивных методов обучения в Иркутском государственном техническом университете. *Фундаментальные исследования*. 2014. № 3-1. С. 197-200.

2. Шишелова Т. И., Коновалов Н. П., Шульга В. В. Практика использования интерактивных профессиональных значимых проектов на младших курсах ИрГТУ. *Вектор науки*. 2014. № 2 (17). С. 221-224.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО СПЕЦИАЛЬНОГО КУРСА «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА» ДЛЯ СТУДЕНТОВ МАГИСТРАТУРЫ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Якута Е.В., Прудников И.Р., Илюшин А.С., Бажанов Д.И.

Москва, Россия, МГУ имени М.В. Ломоносова

ievp@rambler.ru

Современные требования к подготовке специалистов, магистров и аспирантов для работы в области физики конденсированного состояния вещества, а также в сфере нанотехнологий, требуют новых подходов к изложению как традиционных вопросов физики твердого тела, а так и вопросов физики конденсированного состояния вещества. Как следствие, необходима постоянная модернизация читаемых курсов и проводимых практических занятий. В настоящее время значительное место в физике конденсированного состояния вещества вообще, и в физике твердого тела в частности, занимают вопросы создания новых материалов, в том числе и композиционных, содержащих как полимерные, так и неорганические соединения, со специальными наперед заданными уникальными свойствами. Бурно развивающаяся в последние годы физика наносистем представляет собой научную основу современных нанотехнологий.

На кафедре физики твердого тела физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в течение ряда лет читается специальный курс «Современные проблемы физики конденсированного состояния вещества». Этот спецкурс является синтетическим и включает в себя изложение разных вопросов физики конденсированных сред, в том числе и такие разделы, как физика полимеров, физика фотонных кристаллов и сверхрешеток, физика нанокластеров на металлических поверхностях.

В первом разделе специального курса «Основы физики полимеров» [1] рассказывается о том, что такое полимеры и чем они отличаются от низкомолекулярных веществ, описываются основные модели полимерных цепей. Рассматриваются различные специфические системы полимеров с особыми свойствами, например, полиэлектролиты или полимерные сетки, обладающие свойством высокоэластичности. Изложение построено в достаточной мере автономно, поэтому студенты могут разобраться в новом для них материале, будучи изначально знакомы лишь с базовыми понятиями. Большое внимание при изложении материала уделяется изучению композиционных материалов, содержащих как полимеры, так и низкомолекулярные вещества, подчеркивается тесная связь между физикой твердого тела и физикой полимеров. При чтении курса описывается история некоторых важных от-

крытий в области физики полимеров с привлечением интересного иллюстративного материала, а также рассказывается о новых научных исследованиях, которые ведутся на физическом факультете МГУ, в том числе и на кафедре физики твердого тела – например, об изучении новых материалов, содержащих полимерные матрицы с внедренными в них металлическими магнитными частицами.

Во втором разделе специального курса, который озаглавлен как «Фотонные кристаллы. Успехи и достижения современных нанотехнологий» [2], рассказывается о фотонных кристаллах — новом классе современных оптических материалов. На лекциях, посвященных этому разделу, обсуждаются разнообразные потенциальные применения фотонных кристаллов в оптоэлектронике, оптических технологиях связи, интегральной оптике. Практическая важность этих перспективных объектов стимулирует возникновение новых и совершенствование уже известных нанотехнологий для создания все более универсальных типов фотонно-кристаллических материалов. Бурное развитие физики фотонных кристаллов позволяет надеяться на появление в ближайшем времени новых крупных достижений в технике оптической связи, в создании лазерных систем и оптических компьютерных технологиях. В рамках этого раздела от студентов требуется понимание фундаментальных физических принципов, которые необходимы для экспериментальных и теоретических исследований рассеяния света в трехмерных периодических фотонных средах.

В третьем разделе нашего спецкурса, который называется «Введение в рентгеновскую дифракционную оптику сверхрешеток» [3, 4], рассказывается о современном разделе физики и техники, который можно назвать рентгеновской дифракционной оптикой сверхрешеток. В рамках этого научного направления проводятся рентгенодифракционные исследования структуры перспективных объектов современной опто- и микроэлектроники — полупроводниковых сверхрешеток. В курсе показывается, что рентгенодифракционная оптика сверхрешеток находится в тесной взаимосвязи с разнообразными областями фундаментальной и прикладной физики, а также передовыми нанотехнологиями, которые сейчас бурно развиваются во всем мире. Студенты должны понимать рентгенодифракционную оптику сверхрешеток как пример красивого объединения и взаимодействия современных технологий, экспериментальных методов и теоретических разработок.

В четвертом разделе нашего спецкурса, озаглавленном «Морфология роста и магнитные свойства кластеров на металлических поверхностях», рассказывается о магнитных свойствах кластеров, размеры которых составляют от одного атома и выше. Всё это имеет непосредственное отношение к физике нанотехнологий. На лекциях обсуждаются основные вопросы физики таких наносистем в комбинации с химией наносистем.

По материалам прочитанных лекций по актуальным проблемам физики конденсированных сред изданы следующие учебно-методические пособия: «Основы физики полимеров» (Е.В. Якута, А.С. Илюшин), «Фотонные кристаллы» (И.Р. Прудников, А.С. Илюшин), «Введение в рентгеновскую дифракционную оптику сверхрешеток» (И.Р. Прудников, А.С. Илюшин), а также подготовлено к печати учебное пособие «Морфология роста и магнитные свойства кластеров на металлических поверхностях» (Д.И. Бажанов, А.С. Илюшин).

1. А.С. Илюшин, Е.В. Якута. Современные проблемы физики конденсированного состояния вещества. Основы физики полимеров. Учебное пособие. Издание пятое. – М.: Физический факультет МГУ, 2013. – 59 стр.

2. А.С. Илюшин, И.Р. Прудников, «Фотонные кристаллы. Успехи и достижения современных нанотехнологий (издание второе)», МГУ им. М.В. Ломоносова, изд-во физического факультета, 2009 г. – 48 стр.

3. А.С. Илюшин, И.Р. Прудников, «Введение в рентгеновскую дифракционную оптику сверхрешеток (издание третье)», МГУ им. М.В. Ломоносова, изд-во физического факультета, 2010 г. – 41 стр.

4. А.В. Колпаков, И.Р. Прудников, «Дифракция рентгеновских лучей в сверхрешетках», Изд-во МГУ, 1992 г., – 128 стр.

СЕКЦИЯ 2. ФИЗИКА В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

О РОЛИ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ В ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Авенариус И.А., Захаров В.Г.

Москва, Россия, Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)
avenarius@list.ru; vladimir.zakharov@list.ru

Для бывших выпускников физического факультета МГУ всегда большой радостью является возможность снова погрузиться в университетскую жизнь. Поэтому для повышения квалификации мы выбираем Alma Mater [1].

С благодарностью вспоминаем, как в Центре повышения квалификации преподавателей, руководимом Владимиром Ивановичем Николаевым, нас учили работать на компьютере, составлять программы на Фортране и Бейсике. Овладевать психологическими и педагогическими приемами преподавания. Мы с наслаждением слушали блестящие лекции профессора Андрея Чеславовича Козаржевского об ораторском мастерстве. Участвовали в психологических тренингах. Но самое большое удовольствие доставляли лекции знаменитых физиков, рассказывавших нам о последних достижениях нашей любимой науки.

Мы имели возможность посещать лекции для студентов всех факультетов и любых курсов. Наблюдать различные методики преподавания. Учиться искусству лекционных демонстраций и применения технических средств обучения. Мы посещали научные семинары, заседания кафедр и ученых советов. Имели возможность поработать в научных лабораториях и в студенческом практикуме, где такие знакомые, наглядные и всегда безотказно работающие установки. Мы познакомились с коллегами на других факультетах и установили с ними научное сотрудничество. Благодаря профессору географического факультета Александру Дмитриевичу Жигалину, любезно предоставившему нам квантовый магнетометр, были проведены в МАДИ исследования электромагнитной обстановки на транспорте [2].

С большой благодарностью вспоминаем помощь в работе сотрудниц библиотеки Маргариты Арсентьевны Знаменской и Алевтины Прохоровны Крыловой как в студенческие, так и в последующие годы.

Мы наблюдали полнокровную жизнь студентов, для которых были доступны блестящие концерты классической музыки в Главном здании, на которых они могли слушать самых прославленных музыкантов: Дениса Мацуева, Николая Луганского и многих других. Замечательные камерные концерты, организованные профессором Игорем Васильевичем Ивановым, проходили в музее физфака,

С этого года ситуация с повышением квалификации резко осложнилась. С одной стороны, говорится о необходимости повышения качества инженерного образования [3], в том числе и повышении квалификации преподавателей технических вузов, с другой стороны, средств для оплаты этого повышения не выделяется.

К счастью, недавно вышел в свет учебник нашего однокурсника В.А. Алешкевича «Электромагнетизм» [4]. Это великолепный учебник нового поколения. Вик-

тор Александрович докладывал о нем на ФССО-11 и мы с нетерпением ждали его появления. И вот он у нас в руках. Эта книга превзошла наши ожидания. Наряду с традиционными разделами она содержит описание множества новых открытий и главное приложений последних достижений науки. Прекрасно иллюстрирована. Студентам второго курса рассказывается понятным языком о стандартной модели строения вещества, об устройстве и принципе действия Большого адронного коллайдера, туннельного микроскопа, магнито-резонансного томографа. Из этого учебника студенты узнают о разных типах ячеек памяти, принципах осуществления сотовой связи, системы глобального позиционирования, наноструктурах и технологиях их получения. Учебник затрагивает и смежные науки, такие как геофизика и экология.

Такую хорошую книгу удалось написать человеку с энциклопедическими знаниями, постоянно занимающемуся научными исследованиями, интересующемуся новыми достижениями науки и умеющему в доступной форме донести свои знания до студентов. Нам посчастливилось прослушать курс лекций Виктора Александровича по оптике для студентов второго курса. Это были высоко профессиональные выступления с множеством поразительных демонстраций, с глубоким анализом сущности физических явлений.

Учебник очень полезен не только для студентов физического факультета, но и для преподавателей технических университетов. Он позволяет понять многие актуальные проблемы современной физики. Мы с удовольствием пользуемся этой книгой как для собственного развития, так и для работы со студентами, предлагая наиболее интересные темы, затронутые в книге для подготовки докладов на семинарах.

Мы искренне благодарны Виктору Александровичу за его титанический труд. «Электромагнетизм» - это третья книга, написанная В.А. Алешкевичем в серии «Университетский курс общей физики», и мы ждем продолжения.

1. Авенариус И.А., Захаров В.Г. О необходимости повышения квалификации преподавателей технических университетов. Материалы XI Международной научной конференции ФССО-2011. Т.1. С. 92-94.

2. Авенариус И.А., Лелюхин А.М., Копытенко Ю.А., Птицына Н.Г. Исследование низкочастотного магнитного поля в кабине и пассажирском салоне троллейбуса / И.А. Авенариус и др. – Вестник МАДИ (ГТУ) Выпуск 3 (10), М.: 2007. – С 107-114.

3. Заседание Совета при Президенте по науке и образованию 23 июня 2014 года. www.kremlin.ru.

4. Алешкевич В.А. Электромагнетизм.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014.- 404 с.

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛЕКЦИОННО-ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ АУДИТОРИИ ПО ФИЗИКЕ

Алыкова О.М., Смирнов В.В.

Астрахань, Россия, Астраханский государственный университет
kof@aspu.ru

Современные государственные образовательные стандарты (ФГОС3, ФГОС3+), существующие проекты стандартов следующих поколений, дальнейшее развитие дистанционного образования и образовательного портала для конкретного университета настоятельно требуют создания сайта (базы данных), содержащего материал по основным разделам физики, необходимого для проведения как инте-

рактивных занятий со студентами, так и их самостоятельной работы при любых формах обучения. В такую базу данных должны входить:

- лекции ведущих преподавателей по читаемым разделам (видеолекции, презентации и/или конспекты);
- задания для семинарских занятий, контрольные задания и кейс-задачи;
- справочный материал
- мультимедийные материалы, необходимые для усвоения основных положений предмета:
 - видеозаписи экспериментов, выполненных под руководством преподавателей АГУ, находящихся в свободном доступе или в других источниках;
 - анимационные модели физических явлений, процессов, экспериментальных установок, выполненных под руководством преподавателей АГУ, находящихся в свободном доступе или в других источниках.

В рамках данной работы ограничимся последним пунктом. В натурном варианте он предполагает наличие лекционно-демонстрационной аудитории, поэтому было решено создать виртуальную лекционно-демонстрационную аудиторию (ВЛДА).

Было проанализировано большое количество мультимедийных программных продуктов предназначенных для обучения. [1-3] В основном эти продукты предназначены для обучения школьников. Для студентов высших учебных заведений таких программных продуктов предлагается гораздо меньше или же они распространяются локально внутри вузов. В настоящее время на кафедре общей физики Астраханского государственного университета (АГУ) собрано более 500 видеоматериалов демонстрационных экспериментов, созданных под руководством преподавателей АГУ, имеющих в свободном доступе, приобретенных и оцифрованных видеofilмов и видеороликов. Например, видеодемонстрация классического эффекта Мейснера (рис. 1), иллюстрирующая явление сверхпроводимости, выполнена на кафедре общей физики АГУ, также под руководством преподавателей кафедры были анимированы или мультиплицированы более 70 физических опытов. [1]

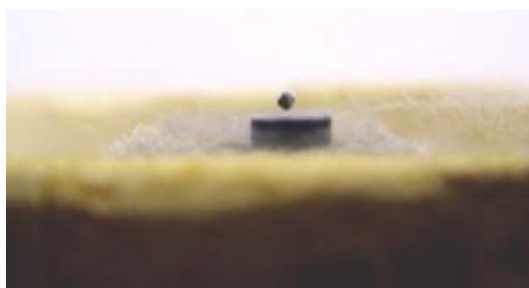


Рис. 1. Классическая демонстрация эффекта Мейснера

Оцифровано большое количество видеозаписей опытов, выполненных в кабинете физических демонстраций физического факультета Московского государственного университета.

В базу также включены около 250 демонстраций, видеофрагментов натуральных экспериментальных задач и анимированных моделей из мультимедийного учебного пособия (МУП) «Физические эксперименты», разработанного преподавателями Казанского государственного университета [4]; видеоролики, выполненные на базе Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; учебные видеofilмы и др.

Для создания ВЛДА был использован бесплатный SaaS (Software as a service («Программное обеспечение как услуга»)) сервис Jimdo.com. Основными причинами выбора конструктора Jimdo.com стали: простота управления сайтом; широкие возможности бесплатной версии; возможность непосредственного редактирования кода сайта; возможность создания мобильной версии сайта; отсутствие рекламных объявлений при использовании сервиса.

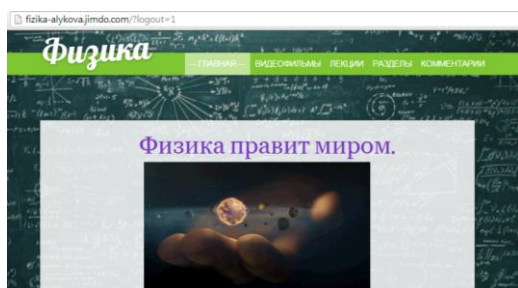


Рис. 2. Главная страница ВЛДА

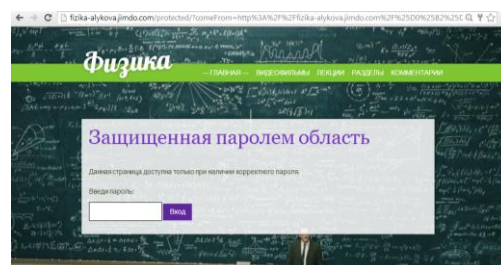


Рис. 3. Окно для введения пароля

Непосредственное создание страницы fizika-alykova.jimdo.com было осуществлено с помощью стандартного шаблона «Singapore» (рис. 2).

Несмотря на то, что большая часть видеоматериалов находится в свободном доступе (в среде Интернет), авторы не являются их правообладателями, поэтому для обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа была установлена парольная система защиты (рис. 3).

Для обеспечения обратной связи с обучающимися был создан раздел «Комментарии» (рис. 4).

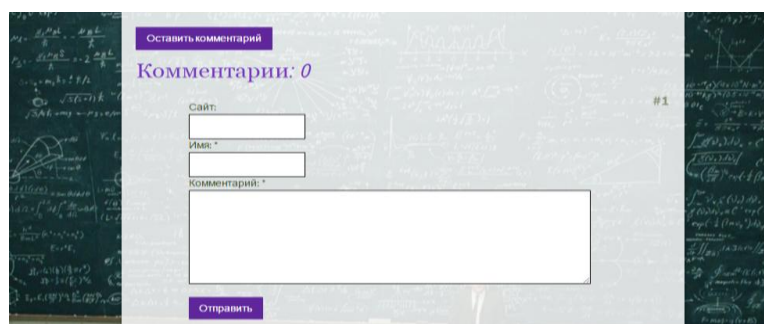


Рис. 4. Окно для обратной связи

Последующее развитие проекта ВЛДА сможет максимально повысить доступность студентов к актуальной базе, содержащей материал по данной дисциплине.

1. Смирнов В.В., Алыкова О.М. «Соотношение эксперимента и моделирования в современном физическом практикуме». Материалы восьмой международной конференции «Физика в системе современного образования» (ФССО-05). С.-Петербург. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена. 2005, с. 106.

2. Алыкова О.М. Эффективность применения информационных технологий в лекционных демонстрациях по курсу общей физики. Материалы Международной научно-методической конференции «Информатизация образования-2010». г. Кострома, 2010, с.191-194.

3. Алыкова О.М. Опыт использования мультимедийного учебного пособия «Физические эксперименты» в лекционных демонстрациях по курсу физики в вузе. Сборник трудов XIII Меж-

дународной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». Москва 23-25 сентября 2014, М., Издательский дом Московского физического общества, с. 61-62.

4. Фишман А.И., Скворцов А.И., Даминов Р.В.. Мультимедийное учебное пособие: "Физические эксперименты" 2008. Программный продукт разработан с использованием продукта Toolbook Instructor © 2005 SumTotal Systems, Inc.

МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ КАК ОПИСАНИЕ ЦЕЛЕЙ ПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Ан А.Ф.¹, Соколов В.М.²

¹Муром, Россия, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета

²Нижний Новгород, Россия, Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского
anaf1@yandex.ru

Определяя предназначение учебного курса «Физика» в подготовке профессионалов в области техники и технологий, мы опираемся на системный подход к проектированию, реализации и оцениванию результатов такой деятельности, при которой взаимосогласованные дисциплинарные цели и содержание обучения приоритетно ориентированы на достижение конечных интегративных целей подготовки. Исходя из этого, курс физики должен обеспечивать [1]:

– адекватное восприятие современных мировоззренческих проблем, формирование системного мышления, способность использовать физико-математические знания и умения в практической деятельности;

– успешное усвоение общепрофессиональных и специальных дисциплин, направленных на овладение студентами обобщенными видами профессиональной деятельности как важнейшими составляющими профессиональной компетентности выпускника;

– присвоение необходимого минимума базовых, фундаментальных компонентов универсальных, инвариантных компетенций, что позволит выпускнику успешно и активно адаптироваться к меняющимся условиям, постоянно самосовершенствоваться, поддерживая свою конкурентоспособность на рынке труда, критически относиться к содержанию возрастающего потока информации.

Конкретизируя и интегрируя требования ФГОС ВПО к результатам освоения математического и естественнонаучного цикла основных образовательных программ бакалавриата по инженерно-техническим направлениям подготовки, учитывая Критерии аккредитации образовательных программ в области техники и технологий, разработанные Ассоциацией инженерного образования России, результаты опроса потенциальных работодателей и представителей профессорско-преподавательского состава, в описании конечной цели подготовки (профессиональной компетентности выпускника) нами выделен базовый компонент, определенный как **«физическая компетентность»** [2]. Его содержанием является целостная совокупность наиболее существенных свойств, компетенций будущего выпускника, студента, завершившего курс физики, характеризующая его готовность и способность:

- успешно осваивать дисциплины профессионального цикла, адекватно воспринимая, понимая смысл использования физических законов, моделей, эффектов, лежащих в их основе;

- применять усвоенное содержание курса физики для определения физических основ технических систем (технологических процессов) и базовой информа-

ции, обеспечивающей успешное решение профессионально значимых задач;

- адекватно и целостно воспринимать окружающий мир, ориентироваться, активно адаптироваться к его изменениям, объяснять, обосновывать физический смысл процессов и явлений.

Приведенный перечень компетенций можно и нужно воспринимать как описание конечных целей, определяющих общую направленность базовой подготовки по физике. Описание, хотя и сформулированное на языке государственных образовательных стандартов, но достаточно обобщенное, чтобы претендовать на однозначность, измеримость заявленных свойств студентов.

Для реального управления образовательным процессом требуется переход от конечной цели – формирования физической компетентности студента, выпускника – к уточнению, четкому описанию промежуточных (этапных) целей – целей изучения дисциплины за учебный семестр, внутрисеместровых целей. Другими словами, необходимо детализировать физическую компетентность как интегральное качество студента/выпускника, декомпозировать его на системную совокупность менее обобщенных свойств, конкретных умений, которые, как правило, описываются на языке уровней усвоения содержания обучения.

Построение такой согласованной последовательности конкретных* промежуточных целей (с учетом начального уровня подготовленности поступивших в вуз студентов), будет более однозначным, диагностичным, если поставить в соответствие представленным компетенциям совокупность заданий как инструментов оценки степени их достижения и описание самой процедуры оценивания. При этом содержание оценочных заданий и уровень их сложности должны быть дифференцированы в зависимости от значимости элементов содержания обучения для достижения интегративных целей.

Следуя идеям В.П. Беспалько [3], принимая в качестве основы уровневую таксономию Б. Блума (Bloom B.S. *Taxonomy of Educational Objectives*. New York, 1956), частично переработанную В.М. Соколовым [4], адаптируя ее к задачам нашего исследования, разделим конкретные цели – требования к уровню подготовленности по физике – на цели усвоения студентами репродуктивной деятельности и цели присвоения, приобретения опыта продуктивной деятельности. При такой дифференциации продуктивный уровень усвоения содержания обучения ориентирован на приоритет системности требований к подготовленности студента (выпускника), преодоление мозаичности дисциплинарной подготовки, а репродуктивный – на реализацию частных типовых алгоритмов, методов, процедур, являющихся базовыми составными частями системных требований.

К репродуктивной деятельности нами отнесены таксономические уровни узнавания, воспроизведения и репродуктивного применения, а к продуктивной деятельности – способность использовать ранее усвоенную информацию, умения в новых условиях, нетиповой ситуации. В докладе раскрыто содержание основных признаков уровней усвоения учебного материала по физике на каждом таксономическом уровне.

В предлагаемой классификации первый блок конкретных целей обучения, выраженных через соответствующие уровни усвоения содержания дисциплины (узнавание, воспроизведение, репродуктивное применение), вместе с методами, техно-

* Под конкретной целью нами понимается максимально четкое и однозначное описание предполагаемого результата, сопряженное с соответствующей процедурой объективированной оценки степени реального достижения этого результата.

логиями их достижения преимущественно работает на одну обобщенную компетенцию выпускника – способность целенаправленно, успешно и достаточно эффективно выполнять типовую профессиональную деятельность. Вместе с тем достижение этих промежуточных целей является основой формирования таких обобщенных компетенций выпускника, как способность адаптироваться к меняющимся условиям, разрешать проблемные ситуации, возникающие в профессиональной деятельности, успешно заниматься саморазвитием, самосовершенствованием.

Второй блок целей обучения приоритетно ориентирован на системность, целостность результата подготовки, предполагающей подготовленность студента к выполнению интегративных, синтетических профессионально направленных и мировоззренческих заданий, опирающихся на физическую базу.

На основе разработанной таксономии к основным компонентам физической компетентности нами отнесены:

- узнавание, воспроизведение смысла и обоснование использования наиболее значимых элементов профессионально ориентированного содержания дисциплины;
- умение выделить физическую сущность технического устройства, технологического процесса, дать ее обоснование;
- умение критически анализировать информацию, давать физическое обоснование конкретных сюжетов, отражающих представления об окружающем мире.

В докладе обоснован возможный подход к созданию фондов профессионально ориентированных заданий, оценочных процедур, определяющих степень сформированности физической компетентности, реального достижения сформулированных целей – требований к подготовленности по физике студента, выпускника технического вуза. Предлагается при разработке оценочных средств учитывать результаты анализа экспертных оценок значимости учебных элементов курса физики для фундаментальной, мировоззренческой подготовки и успешного освоения блока профессиональных дисциплин, использовать содержание типовых задач по дисциплинам профессионального цикла основной образовательной программы.

Рассмотрен вариант интегративного задания для оценки степени подготовленности студента (выпускника) технического бакалавриата по дисциплине «Физика». Первый блок задания составляют вопросы, дающие возможность оценить умение студента, выпускника выделить, обосновать физическую сущность явления, процесса, совокупность физических понятий, законов, составляющих основу решения профессионально ориентированной задачи. Во второй блок включены ситуационные задачи мировоззренческого характера, проверяющие умение обосновывать физический смысл процессов и явлений окружающего мира. Третий блок, логически сопряженный с заданиями первого и второго блоков, содержит задачи учебного типа в форме вопросов с выбором ответа из предложенных вариантов. Содержание этих задач построено таким образом, чтобы фиксировать узнавание отдельных понятий, связей между ними, физических законов, используемых в заданиях первого и второго блоков. Корреляция успешности выполнения заданий первого и второго блоков с третьим позволит, по нашему мнению, определить роль узнавания, репродуктивного использования базовых понятий в успешности решения профессионально направленных и мировоззренческих заданий, оценить минимально необходимый уровень их усвоения.

В качестве индикаторов, показателей степени сформированности компонентов физической компетентности студентов, выпускников предлагается использовать величину относительной успешности выполнения заданий в соответствующем

блоке и количество парных логических связей между задачами предъявленного задания, фиксация которого позволяет оценить степень целостности, системности усвоения дисциплины.

Разработанный механизм оценивания уровня подготовленности по физике на различных этапах обучения апробирован (2009–2014 гг.) в Муромском институте ВлГУ и на физическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского при проведении процедур входного, текущего, рубежного видов контроля, «на входе» профессионально ориентированных дисциплин, на четвертом курсе технического бакалавриата.

Предлагаемые подходы и полученные результаты могут служить основой совершенствования курса физики в техническом вузе, ориентированного на модель профессиональной компетентности выпускника, в части проектирования содержания, целей обучения и способов оценки степени их достижения.

1. Ан А.Ф. Совершенствование курса физики в техническом вузе в условиях компетентного подхода // Высшее образование сегодня. 2014. № 7. – С. 19–23.
2. Ан А.Ф., Соколов В.М. О процедуре оценивания подготовленности студентов по физике в техническом вузе // Высшее образование в России. 2014. № 3. – С. 99–108.
3. Беспалько В.П. О критериях качества подготовки специалистов // Вестник высшей школы. 1988. № 1. – С. 3–8.
4. Соколов В.М. Основы проектирования образовательных стандартов (методология, теория, практический опыт). М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1996. – 86 с.

УИРС И НИРС НА БАЗЕ МОДУЛЬНОЙ ОПТОВОЛОКОННОЙ СИСТЕМЫ AVANTES В ЛАБОРАТОРИИ НОЦ ФИАТ МИИТ

Андреев А.И., Кокин С.М., Мухин С.В., Никитенко В.А., Пауткина А.В.

Москва, Россия, Московский государственный университет путей сообщения
nikitenko100@mail.ru, andreew_ai@mail.ru, kokin2@mail.ru, pautkinaannav@mail.ru

В Московском государственном университете путей сообщения (МИИТ) в составе кафедры «Физика» создан Научно-образовательный центр фотоники многокомпонентных систем и инструментальных информационно-аналитических технологий (НОЦ ФИАТ). Центр располагает техническим парком уникального оборудования фирм “AVANTES BV” и Varian (“AGILENT TECHNOLOGIES”), способным обеспечить практическую реализацию как учебных (спецпрактикум в курсе общей физики), так и учебно-методических и научных разработок в решении актуальных задач в различных областях человеческой деятельности [1 – 5].

Лабораторный комплекс на базе модульной оптоволоконной системы Avantes состоит из пяти учебных автоматизированных рабочих мест (АРМ) пользователей и АРМ преподавателя – руководителя работ. Учебные АРМ пользователей в настоящее время объединяются в локальную сеть через головной компьютер рабочего места АРМ руководителя работ, осуществляющего текущий контроль хода их выполнения. Сам лабораторно-измерительный комплекс через компьютер АРМ руководителя работ может быть подключён к сети удалённого доступа (см. рис. 1): это создает возможность функционирования комплекса УИРС и НИРС в режиме лаборатории дистанционного обучения.

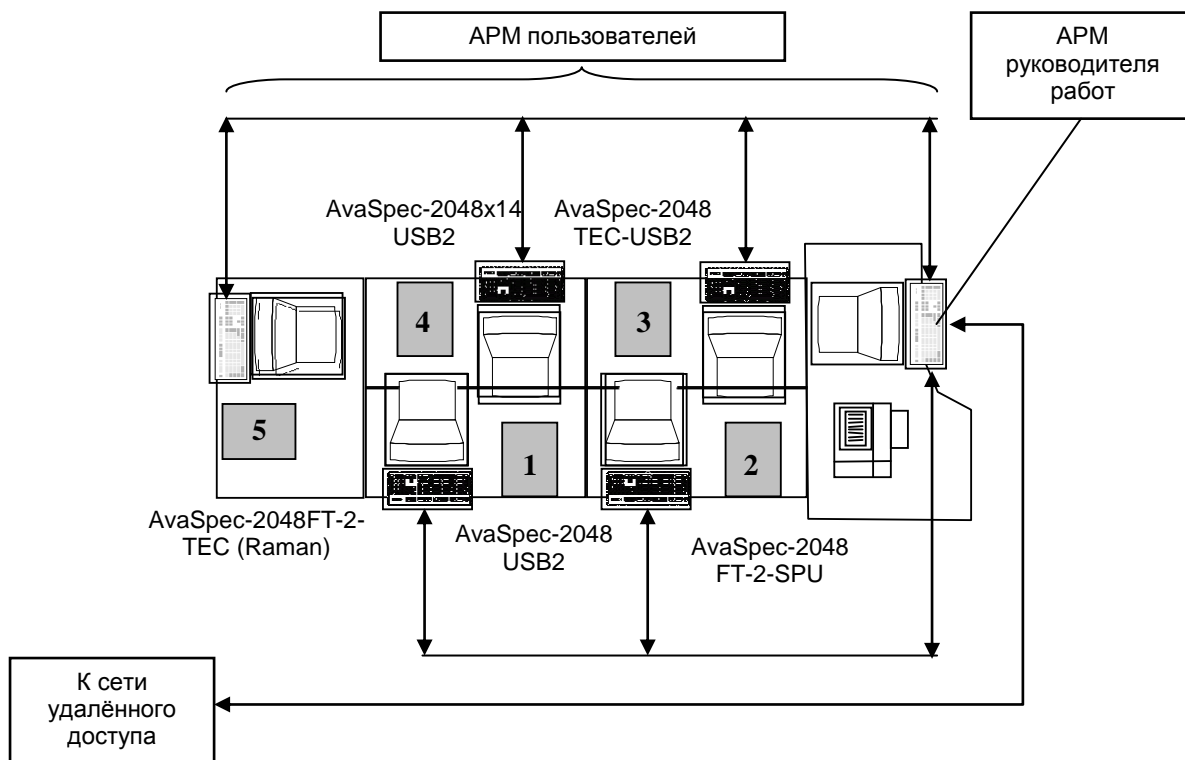


Рис. 1 Структура комплекса УНИР

Каждое учебное место пользователя состоит из:

- спектрометрического волоконно-оптического измерительного модуля;
- персонального компьютера для управления измерениями, визуального отображения, обработки и архивирования экспериментальных данных;
- пакета универсального программного обеспечения AvaSoft-Full и прикладных программ AvaSoft, необходимых для выполнения частных задач;

Рабочие места пользователей оборудованы пятью спектрометрическими волоконно-оптическими измерительными модулями Avantes на базе спектрометров AvaSpec-2048 разной модификации:

1. AvaSpec-2048 USB2;
2. AvaSpec-2048 FT-2-SPU;
3. AvaSpec-2048 TEC-USB2;
4. AvaSpec-2048x14 USB2;
5. AvaSpec-2048FT-2-TEC (Raman).

Все эти модули частично взаимозаменяемы при выполнении однотипных лабораторных работ. Так, например, на модулях 1 – 4 могут быть реализованы работы по изучению принципов применения методов спектрофотометрии, нефелометрии и турбидиметрии, колориметрии, радиометрии, фотолюминесценции; работы по исследованию состава, структуры и свойств конденсированных систем, а также контролю параметров наноразмерных покрытий.

На модуле 5 могут проводиться исследования молекулярного состава и надмолекулярной структуры конденсированных систем по колебательным спектрам комбинационного рассеяния света и спектрам люминесценции этих объектов с высоким спектральным разрешением.

Основные учебно-методические задачи, которые решает НОЦ ФИАТ, можно сформулировать следующим образом:

- Ознакомление и расширенное изучение взаимодействия электромагнитного излучения с веществом в различных агрегатных состояниях по программе спецпрактикума «Прикладная нанофотоника» (изданы соответствующие учебные пособия).

- Анализ, изучение и ознакомление студентов с методами информационно-аналитических технологий на основе комплексных спектрометрических измерений объектов природного и искусственного происхождения и практическое применение разработанных методик в контроле и подтверждении качества материалов различного назначения [3, 5].

- Получение методологических навыков работы в подготовке и проведении спектрометрических измерений на современных приборах с использованием специального программного обеспечения.

- Изучение и исследование спектрометрических характеристик веществ различной природы и формирование библиотеки спектроскопических образов веществ природного и промышленного происхождения.

Объектами исследования являются материалы, вещества, структуры, которыми мы пользуемся в повседневной жизни. Так, например, студенты могут проводить измерение толщины нанесённых на поверхность различных материалов тонких плёнок, которые широко используются в космической и строительной отраслях, в оптике и оптоэлектронике, при производстве матричных жидкокристаллических экранов, плазменных и электролюминесцентных табло.

Большой интерес у учащихся вызывает измерение спектров излучения источников света и определение колориметрических характеристик активных излучателей (светодиодов, энергосберегающих светильников, дисплеев) и пассивных цветowych объектов (тканей, бумаги, цветных светофильтров). Подобные измерения помогают студентам и школьникам наглядно представить себе диапазон видимой части спектра электромагнитных волн, ознакомиться с принципами цветоразделения и смешения цветов, которые применяются в полиграфии, в телевидении, в создании световых шоу.

Исследование спектров комбинационного рассеяния (рамановских спектров) производится при возбуждении на длинах волн 532 нм (зелёного) и 785 нм (красного) излучения лазеров. Рамановская спектрометрия – спектроскопический метод исследования тонкой структуры, физических характеристик и химического состава вещества, основанный на изучении его колебательных, вращательных и иных низкочастотных мод. Сравнение спектров комбинационного рассеяния даёт возможность проводить идентификацию различных веществ и выявлять их принадлежность к определённому классу или марке, а сопоставление этих спектров с данными библиотеки спектрометрических «паспортов», созданной на базе образцов-эталонов, позволяет подтверждать качество продукции.

Оптоволоконные модули, в состав которых входят различные источники оптического возбуждения, позволяют проводить люминесцентные исследования различных материалов и снимать кинетические зависимости люминесцентного излучения.

На основе имеющейся приборной базы нами создан цикл лабораторных работ специального физического практикума для студентов. Среди тем исследований (инициаторами части из них явились сами учащиеся) можно выделить следующие:

- Изучение и идентификация воды из различных источников: водопроводной, речной, родниковой, бутилированной и др.

- Сравнительный анализ синтетических и природных драгоценных минералов (рубинов, сапфиров, изумрудов) [4].

- Измерение толщины тонких плёнок на поверхности полупроводников, измерение толщины плёнок нефтепродуктов на поверхности воды и измерение толщины и равномерности прозрачных проводящих плёнок для дисплеев мобильных телефонов.

- Комплексное исследование высокотехнологичных материалов для зубных протезов и их элементов на основе фарфора и циркониевой керамики.

- Колориметрические исследования и сравнение характеристик излучения светодиодов и энергосберегающих искусственных источников света;

- Анализ свойств различных типов электроизоляционных материалов (трансформаторных масел, керамических изоляторов и др.).

- Измерение толщины и равномерности прозрачных проводящих покрытий на стеклянных поверхностях экранов для отображения информации.

- Проведение спектрометрических измерений и сравнение на их основе различных сортов и марок ряда пищевых продуктов, например, – кофе.

Центр развивается [1 – 5], его оборудование активно используется: занятия проводятся со студентами, с преподавателями физики транспортных ВУЗов (в нашем университете такое обучение осуществляется в ходе курсов повышения квалификации) и даже со школьниками (в рамках Московской программы оказания образовательных услуг вузами столицы населению города).

1. Вакуленко С.П., Никитенко В.А., Некрасов В.В. Контроль качества товаров в мультимодальных перевозках. Мир транспорта. – 2010, № 5 – С. 34-39.

2. Кокин С.М., Никитенко В.А., Пауткина А.В. Физический семинар для школьников как форма участия университета в программе оказания образовательных услуг населению // Физика в школе. – № 8, 2013. – С. 24-27.

3. Андреев А.И., Кривошеев Я.В., Никитенко В.А., Пауткина А.В. «Информационно-аналитическая технология контроля качества материалов спектрометрическими методами»//Тезисы докладов научно-практической конференции «Нанотехнологии – производству». – Фрязино, 2013. – С. 25-26.

4. Андреев А.И., Кривошеев Я.В., Некрасов В.В., Никитенко В.А., Рыбалко М.А., Кокин С.М. Лазерная диагностика синтетических и природных разновидностей бериллов//Известия вузов. Физика. – Т. 56, № 2-2, 2013. – С. 25-27.

5. Андреев А.И., Кокин С.М., Кривошеев Я.В., Луценко Е.В., Мухин С.В., Некрасов В.В., Никитенко В.А., Пауткина А.В., Яблонский Г.П. Инновационный спецпрактикум в курс общей физики // Материалы 11 международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». – Минск, 2010. – С. 29-30.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРИМЕНЕНИЯ КАВИТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМОДИФИКАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ИНЖЕНЕРИИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Артемов И.И., Кревчик В. Д., Зайцев Р.В.

Пенза, Россия, Пензенский государственный университет
physics@pnzgu.ru

Качество поверхностного слоя деталей машин во многом определяет их эксплуатационные характеристики и в большинстве случаев формируется при шлифовании. Хорошо известно, что данный процесс характеризуется высокой тепловой напряжённостью и большой вероятностью появления в поверхностных слоях дефектов в виде микротрещин (МТ), снижающих их эксплуатационные свойства. В настоящее время находят широкое применение кавитационные технологии для интенсификации шлифования и нанотехнологии в приготовлении смазочно-охлаждающей жидкости. Однако сами по себе данные подходы не решают более общей проблемы – проблемы управления качеством поверхностного слоя деталей машин. В учебном курсе, посвященном физическим основам нанотехнологий, наглядно продемонстрирован кавитационный механизм управления качеством поверхностного слоя деталей машин с цепочкой МТ, основанный на звукокапиллярном эффекте с участием наночастиц (НЧ). Выявлена возможность управления эффективным модулем Юнга поверхностного слоя путём соответствующего подбора материала НЧ. Модифицирована формула Кёнига для силы взаимодействия сферических частиц в поле ультразвуковой волны для случая парного взаимодействия НЧ в кластере с учётом дисперсии их характерного размера. Показано, что основной вклад в силу взаимодействия НЧ вносят кластеры НЧ с большой дисперсией их радиуса. Найдено, что в случае достаточно плотной регулярной цепочки МТ эффективный модуль Юнга поверхностного слоя определяется в основном модулем Юнга материала НЧ. Рассмотрены также результаты экспериментов по влиянию модифицированной наночастицами меди и алюминия соответственно технологической жидкости на качественные характеристики поверхностного слоя ферритовых деталей и рабочих лопаток турбин турбокомпрессоров. Результаты экспериментов качественно согласуются с результатами теоретических исследований и имеют практическую ценность.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ И ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: I. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Бабаева М.А.

Санкт-Петербург, РФ, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
maalba@list.ru

Процесс обучения физике учащихся высшей школы имеет свои особенности в каждом образовательном учреждении. Традиции и специфика вуза, умноженные на индивидуальность преподавателей, определяют основные черты процесса обучения и неизбежно сказываются на его результатах: знаниях, умениях и навыках, которые выпускники способны применять по окончании вуза в своем последующем обуче-

нии и профессиональной деятельности. Сравнительный анализ традиций обучения в разных вузах может быть крайне полезен для повышения качества обучения, выявления сильных и слабых сторон организации учебного процесса, устранения недостатков и тиражирования достоинств. Рассмотрим особенности процесса обучения физике студентов технического и курсантов военно-технического высших учебных заведений. Проведем их краткий сравнительный анализ. Начнем с основополагающих принципов, относящихся к организации обучения.

Цели и задачи курса физики, определяющие содержание учебных планов, не должны зависеть от учебного заведения, где реализуется программа ВПО. Задачи курса достаточно полно прописаны в Программе дисциплины «Физика», рекомендованной НМС по физике МОиН РФ¹. Действительно, это задачи фундаментальной дисциплины: изучение законов окружающего мира; освоение методов решения научно-технических задач; освоение физических теорий и пределов их применимости для решения профессиональных задач; формирование навыков применения фундаментальных физических знаний к научному анализу ситуаций при создании и использовании новой техники и новых технологий; формирование основ естественнонаучной картины мира.

Место и время физики в учебных программах. И военным, и гражданским специалистам для успешного освоения общепрофессиональных и специальных дисциплин, бесспорно, необходима универсальная фундаментальная подготовка, которая и реализуется при обучении физике. Физика входит в обязательную базовую часть дисциплин математического и естественнонаучного цикла. Знания, полученные в результате освоения физики, необходимы для последующего изучения дисциплин профессионального цикла. Поэтому и в военно-техническом, и в техническом вузе физика изучается на начальной стадии основной образовательной программы ВПО, на первых двух курсах. Причем, подготовка по физике составляет единый блок с подготовкой по математике, в курсе которой учащиеся осваивают математический аппарат, необходимый для описания явлений в курсе физики. Фактическое время, отводимое на освоение программы по физике, как правило, определяется исключительно обязательной трудоемкостью (в зачетных единицах) базовой федеральной части. Вузы не используют оговоренную в ФГОС-3 возможность дополнить обязательную базовую часть дисциплины – вариативной частью, которая должна учитывать глубину изучения и уровень усвоения отдельных разделов курса. Более того, в военно-техническом вузе отдельные разделы базовой части дисциплины непропорционально увеличены (за счет заметного уменьшения другие важных разделов). Хотя, пользуясь возможностью вариативных часов, эти разделы можно было бы выделить в самостоятельные учебные курсы, не потеряв при этом необходимого материала фундаментальной физики.

Базовая подготовка по физике в техническом вузе занимает от семестра до четырех, а в военно-техническом вузе составляет три семестра (13 зач.ед.).

Результаты освоения дисциплины, согласно ФГОС-3, должны выражаться в сумме знаний, умений и навыков, приобретаемых учащимися в процессе освоения материала физики. Результаты освоения курса физики сформулированы в Программе дисциплины «Физика», рекомендованной НМС по физике МОиН РФ [1].

Содержание курса физики. Рабочие программы по физике составляются на основе программ, рекомендованных НМС по физике. Их содержание ежегодно уточняется. В техническом вузе трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах) для той или иной специальности определяет число и тему модулей-разделов физи-

ки, с которыми знакомят учащихся. В военно-техническом вузе меняется объем отдельных модулей, поэтому меняется и их содержание.

Литература. В процессе обучения используются традиционные учебники, учебные пособия, сборники задач, допущенные НМС по физике МОиН РФ. Активно используются методические разработки вузовских преподавателей по проведению лекций, практических занятий, лабораторных работ, учитывающие специфику вуза.

Планирование. Организация процесса обучения. Изучение общей физики предполагает обязательно последовательное ознакомление учащихся с различными разделами дисциплины, поскольку изложение каждого последующего раздела опирается на материал предыдущих. Последовательность модулей в вузах не нарушается, но различается темп освоения дисциплины: равномерный - в техническом вузе и скачкообразный - в военно-техническом. В техническом вузе заранее планируется и фиксируется на протяжении семестра число лекций, практических и лабораторных занятий, проводимых в неделю. В военно-техническом вузе из-за специфики текущей занятости курсантов планирование дисциплины – семестровое: заранее фиксируется лишь число часов на каждый вид занятий в семестре. Но при этом планируется и безукоснительно соблюдается обязательная последовательность проведения отдельных занятий. Например, на освоение темы А необходимо четыре занятия: две лекции, практическое лабораторное занятия, а тема В раскрывается на пяти занятиях: двух лекциях, двух практических и лабораторном занятиях. Каждому занятию присваивается номер, и заранее оговоренная последовательность проводимых занятий может выглядеть схематично, например, так: А1А2А3В1А4В2В3В4.

Междисциплинарные связи. Учащиеся высшей школы знакомятся с физикой на младших курсах, поэтому речь идет о связях с одновременно осваиваемыми дисциплинами и с дисциплинами, которые осваиваются на старших курсах. Поскольку современное изложение физики опирается на математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления, с которым учащиеся знакомятся одновременно, но не синхронно в курсе математики, то преподавание физики сталкивается с определенными трудностями. Часть времени, отводимого на лекции и практические занятия, приходится тратить на объяснение, тренировку и отработку чисто математических умений и навыков. Эта ситуация характерна для вузов любого профиля. Что касается связей преподавания физики с дисциплинами профессионального цикла, то подход в техническом и военно-техническом вузах заметно различается. В техническом вузе вектор связи, как правило, направлен исключительно вверх – от фундамента к надстройке, поэтому содержание отдельных модулей дисциплины заметно мало зависит от будущей специализации учащихся. В военно-техническом вузе связь многосторонняя, более заметная и более гибкая. Будущая специализация диктует не только наличие или отсутствие отдельных модулей физики в тематическом плане, но и меняет их объем. Само содержание модулей физики тесно увязывается с общеинженерными, военно-техническими и военно-специальными дисциплинами. Это проявляется в специфике практических примеров действия физических законов и закономерностей, которые активно приводит лектор. На практических занятиях для решения предлагаются физические задачи с военно-техническим содержанием, в ходе лабораторных работ прививаются и отрабатываются умения и навыки использования физических методов в технике.

Профессорско-преподавательский состав. Основное отличие кафедр физики

вузов по этому вопросу – в профессии и количестве совместителей. В техническом вузе в качестве совместителей привлекаются, как правило, имеющие научную степень сотрудники научно-исследовательских учреждений, у которых опыт преподавания физики в вузах изначально отсутствует. В военно-техническом вузе совместители (их заметное число) – профессиональные преподаватели физики различных вузов со значительным опытом педагогической работы. Это обстоятельство в сочетании со строгим соблюдением учебного плана изложения *единого для всех* учебного материала естественно приводит к непрерывному творческому обмену накопленными педагогическими приемами, методами, позволяет оперативно профессионально обсуждать все подробности учебного процесса, углубляя и корректируя его содержание. Периодически собираются заседания ПМК (предметно-методической комиссии), где фиксируются результаты обсуждения. Учебный процесс, таким образом, идет в чрезвычайно плодотворном творческом режиме непрерывной методической конференции.

1. Бюллетень Научно-методического совета по физике. №4/ сост. Н.М.Кожевников. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2012

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ И ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.

II. ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ

Бабаева М.А.

Санкт-Петербург, РФ, Санкт-Петербургский государственный политехнический
университет
maalba@list.ru

Сравнение традиций, особенностей процесса обучения физике студентов технического и курсантов военно-технического высших учебных заведений дает богатый материал для методологического анализа, который может быть полезен для повышения качества обучения, в котором так нуждается высшая школа. Кратко рассмотрим особенности проведения занятий по физике в техническом и военно-техническом вузе.

Лекции. В военно-техническом вузе содержание каждой лекции строго определено и закреплено в плане. Кроме того, лекции читаются «в размер»: каждый раздел в подробном плане лекции - строго хронометрирован (например: Введение – 3 мин., Явление самоиндукции. Индуктивность – 25 мин., Взаимная индукция. Взаимная индуктивность – 35 мин., и т.п.). Действительно, без этого требования невозможно выполнение структурно-логического плана освоения дисциплины, характерного для военных вузов, когда практические и лабораторные занятия следуют строго после лекций соответствующей темы. Фиксированное содержание и хронометраж лекций имеет как положительные, так и отрицательные следствия. Среди положительных можно отметить, что хронометраж не только дисциплинирует преподавателей, но и, отчасти нивелируя содержание лекции одной темы, прочитанной разными преподавателями, делает возможные замены преподавателей менее болезненными. С другой стороны это уменьшает индивидуальность лекции, лишает ее подробностей, способствующих пониманию темы обучающимися. Кроме того, сокращаются возможности индивидуального подхода в обучении. Действительно, темп изложения материала изменить невозможно. А значит, невозможно

учесть и откорректировать темп восприятия материала курсантами конкретных групп. Фиксированный темп изложения лекционного материала диктует и соответствующие средства его поддержания. Лекции в военно-техническом вузе преподаватель обязательно сопровождает демонстрацией слайдов специально подготовленной презентации, что не характерно для технического университета.

В техническом вузе темп лекции, и даже ее содержание строго не фиксируется. Это, безусловно, приводит к различного рода нарушениям общего плана изложения дисциплины, рассогласованию с темами практических занятий, но с другой стороны делает лекцию более интересной, живой, запоминающейся, позволяя лектору в полной мере проявить мастерство педагога и актера, что, конечно же, сказывается на качестве обучения. Кроме того, ключевые лекции, как правило, сопровождаются иллюстративными опытными демонстрациями, которые способствуют интегральному восприятию и глубокому усвоению учебного материала.

Практические занятия. В техническом вузе заранее планируется число занятий в неделю (обычно 1-2 практических занятия в две недели). Поэтому, если темп изложения материала на лекциях не фиксирован, нередки ситуации, когда тема практического занятия опережает материал лекций. В этом случае студент в ходе подготовки к занятию должен самостоятельно ознакомиться с неизвестным материалом, а преподаватель в начале занятия – кратко осветить незнакомый материал. В военно-техническом вузе такие ситуации невозможны. Последовательность изложения учебного материала позволяет на практическом занятии отрабатывать материал лекций. Поэтому в начале каждого практического занятия курсантов ждет десяти-пятнадцатиминутная «летучка», вопросы которой (курсанты могут получить их заранее) позволяют проверить освоение материала соответствующей лекции. Далее, как и в техническом вузе, на занятии отрабатываются и тренируются умения и навыки решения задач по теме занятия. В военно-техническом вузе выбираются задачи с соответствующим теме занятия военно-техническим содержанием.

Лабораторные работы. В результате лабораторных работ и студенты, и курсанты приобретают практические умения и навыки проведения всех этапов экспериментального исследования (цель, постановка задачи, выбор оборудования и т.п.), работы с современной измерительной техникой, обработки экспериментальной информации и анализа полученных результатов. Преподаватель оценивает подготовку к лабораторной работе, ее выполнение и итоговый отчет, где учащийся фиксирует экспериментальные результаты, расчеты, анализирует полученные результаты и приводит собственные выводы.

В техническом вузе лабораторные работы планируются на весь семестр. У каждой пары студентов – свой семестровый маршрут их прохождения. Причем последовательность работ – пунктов маршрута – не связана с последовательностью изложения учебного материала на лекциях, что создает определенные трудности логического освоения дисциплины.

В военно-техническом вузе все лабораторные работы выполняются фронтально и строго следуют за лекциями и практическими занятиями соответствующей темы. Фронтальность всех лабораторных работ накладывает определенные требования на количество однотипных лабораторных установок, достаточное для того, чтобы за каждой установкой работали не более двух учащихся.

Самостоятельная работа учащихся. Распространенными в вузах формами творческой самостоятельной работы под руководством преподавателя являются участие студентов и курсантов в научно-практических конференциях и олимпиадах

(внутри- и межвузовских). В военно-техническом вузе индивидуализацию процесса обучения поддерживают проводящиеся раз в семестр расчетно-графические работы, в ходе которых каждый курсант получает индивидуальное задание по фиксированной теме (уравнения Кирхгофа, магнитные цепи, параметры р-п перехода).

Организация текущей самостоятельной работы, предполагающей освоение учебного материала лекций, проработку конспектов, изучение учебной и научной литературы, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, - заметно различается в зависимости от профиля вуза. Студенты технического вуза, как правило, самостоятельно находят и планируют время на собственную самостоятельную работу. Самостоятельное планирование в сочетании с низкой (как правило) мотивацией к труду приводят к низкому качеству результатов работы, что и констатирует преподаватель, выставляя оценки текущего контроля знаний. У курсантов военно-технического вуза возможностей для повышения качества обучения значительно больше. На текущую самостоятельную работу выделено время и аудитория в расписании, - обычно, в середине (после обеда) и в конце учебного дня. В вечернее время самостоятельную работу курсантов контролируют курсовые офицеры.

Контроль качества освоения дисциплины. И в техническом, и в военно-техническом вузе итоговый контроль, проверяющий степень усвоения учебного материала дисциплины, проходит в форме экзамена или зачета с оценкой. Экзамен принимают лектор и его ассистенты в традиционной форме – по билетам (два вопроса и задача).

Формы текущего контроля также традиционны и различаются только в деталях. На каждом практическом занятии это выборочная или общая проверка выполнения домашнего задания. В военно-техническом вузе к этому добавляется обязательный устный выборочный опрос по теме занятия и десятиминутная письменная летучка из вопросов темы. В ходе лабораторных работ практикуется устный опрос перед работой и проверка сделанных отчетов – либо в конце текущего занятия, либо в начале следующего. Контрольные работы в техническом вузе, как правило, проводятся два раза в семестр, логически завершая освоение модулей дисциплины. В военно-техническом вузе контрольная проходит один раз в семестр, по ее итогам проверяют практическое освоение обучающимися всех тем семестра.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Бабаева М.А.

Санкт-Петербург, РФ, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
maalba@list.ru

Процесс образования, получаемого в высшей школе, должен быть нацелен не только на обучение грамотного специалиста, на содержание усвоенных им знаний, но и на формирование творческой личности выпускника, способной к самостоятельной деятельности, самообразованию, саморазвитию. Именно с такими акцентами, согласно ФГОС, следует говорить о качестве обучения и путях его повышения. В техническом университете, выпускающем инженеров – специалистов, наделенных особой ответственностью за результаты своего труда, - задачи повышения

качества подготовки выпускников приобретают особую актуальность.

Подготовка будущих инженеров, безусловно, должна сочетать освоение мощной содержательной основы фундаментальных естественнонаучных знаний с развитием навыков и умений самостоятельной творческой работы, с воспитанием творческих начал выпускников-специалистов. Значительное сокращение числа часов аудиторных занятий, отводимых на изучение будущими инженерами основы их фундаментальной подготовки – физики, которое сопровождало переход на образовательные программы, отвечающие ФГОС-3, - многократно усложняет задачу качественной подготовки всестороннего специалиста.

В основе ее успешного решения в выше названных условиях, как мы уже неоднократно сообщали [1], - умело организованная самостоятельная творческая работа студентов под руководством преподавателя. Но есть определенные резервы и в других, традиционных формах занятий со студентами. Это лекции и аудиторные занятия по решению задач, позволяющие студентам обсудить, применить и усвоить знания, полученные на лекциях. Психологи давно установили, что человек способен помнить 10% из того, что он прочитал, 20% - из того, что услышал, 30% - из того, что увидел, 50% - из того, что увидел и услышал, 80% - из того, что сказал сам, а 90% - из того, что открыл в ходе самостоятельной деятельности. Самостоятельную деятельность студентов и надо стимулировать, активизировать, смещая акценты от монологических методов обучения к интерактивным. Деятельность каждого преподавателя (уже не авторитарной «говорящей головы», а педагога-менеджера) должна быть направлена на разработку и использование таких форм, содержания, приемов и средств обучения, которые способствуют повышению интереса, самостоятельности, творческой активности каждого студента. Студенты не должны быть пассивными слушателями, а творчески, активно, эмоционально участвовать в образовательном процессе, организованном, например, на практических занятиях.

На занятиях по решению задач, где открывается возможность мгновенной обратной связи с аудиторией, преподаватель может адресно корректировать не только мыслительные действия студентов, но и их знания, на основе которых эти действия формируются. Эффективность коррекции повышается, если организовать на занятии творческий процесс, привлекая всех студентов группы, - так, чтобы каждому из них был интересен и результат решения задачи, и ход рассуждений, и знания, которые привели к успеху, и коллективные усилия, и собственный вклад в успех. Таким занятиям неизбежно придется придать эмоциональную окраску, что, безусловно, потребует немалых энергетических затрат от преподавателя. Преподаватель в этом случае – уже не единственное инициативно действующее лицо на занятии. Он не сообщает знания в готовом виде, требуя впоследствии при контроле их воспроизвести, оценивая соответственно только результаты воспроизведения. Он побуждает искать пути и средства решения задач самих студентов. Студенты должны самостоятельно искать и добывать, строить и открывать знания, опираясь на способности, которые у них, безусловно, есть у всех без исключения.

Как известно, решение любой задачи включает и репродуктивную, и продуктивную мыслительную деятельность. Если студент выполняет решение однотипных заданий, он действует по аналогии с уже известным, не вдумывается в смысл, опускает рассуждения. В этом случае ассоциативные связи преобладают над смысловыми. Подобная деятельность далека от творческой и ее не стимулирует. Развитие творческих способностей студентов при решении задач по физике, как показал

наш опыт [2], наиболее эффективно, если в ходе решения каждой задачи искусственно создавать тематическую проблемную ситуацию, совместно со студентами анализировать, разбирать ее и корректировать. Каждому студенту, которому изначально дано право на ошибку, надо помочь это право реализовать с максимальной для него пользой. Ошибка – это не всегда и не только препятствие на пути решения задачи, источник отрицательных эмоций. Ошибку стоит рассматривать как стимул к поиску нового, источник ценнейшей информации и обязательный компонент творческой деятельности, обязательную, необходимую ступень в процессе познания. Точные, достоверные знания, как правило, следуют за ошибками. Поэтому на занятиях по решению задач ценнее не избегать ошибок, стараясь их предугадать, а наоборот – провоцировать ошибки студентов, разбирать в творческом процессе причины ошибок и способы их устранения.

Чтобы выработать собственную методику обучения на ошибках, преподаватель должен проанализировать типичные ошибки студентов и их причины – они органически связаны с этапами решения любой задачи. Это могут быть:

1. Ошибки постановки задачи (запись условий рисунок, главный вопрос задачи и т.д.);
2. Ошибки в поиске путей решения задачи (анализ условий задачи, требований задачи, анализ имеющейся информации, переформулировка главного вопроса, создание математической модели и ее обсуждение, составление плана действий, знание формул)
3. Ошибки в реализации плана действий (последовательность рассуждений, логика действий)
4. Ошибки анализа полученных результатов (ошибки в расчетах, размерности результата, неверная запись результата, связь результата с реальностью, интерпретация результатов, отбор решений по смыслу)

В ходе применения «методики ошибок» на практических занятиях по решению задач по физике студенты способны эффективно и нескучно, с удовольствием обучиться: анализировать исходные данные, выделять главное, самостоятельно увидеть и выделить проблему, поставить цель, грамотно сформулировать (переформулировать) задачу, строить рабочие гипотезы, придумывать и обосновывать планы их проверки, обучиться умению самостоятельно принимать решение и прогнозировать его следствия, может быть, за них отвечая, обучиться привычке обдумывать и анализировать полученные результаты. Увлечь студентов учебой на их собственных ошибках, обучить их решению любых задач – типовых и оригинальных, навыкам логического мышления, развить любознательность, оригинальность мышления, самостоятельность, креативность, воспитать культуру системного мышления – можно только делая процесс решения задач каждый раз сотворчеством.

1. Бабаева М.А. Организация самостоятельной творческой работы первокурсников гуманитариев технического университета, изучающих естествознание. Материалы XII Международной научной конференции «Физика в системе современного образования». – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013, т.2, с.253-255.

2. Бабаева М.А. Продуктивность ошибок студентов при решении задач по физике в техническом университете. Материалы Международной научно-методологической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах». СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2014, т.2, с.133-135.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТРЕНИНГИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ НА ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ ФГОС

Баяндин Д.В.

Пермь, РФ, Пермский национальный исследовательский политехнический
университет

baya260861@yandex.ru

Стандарты ВПО третьего поколения стимулируют создание новых моделей реализации учебных курсов и поиск дополнительных инструментов, которые позволят избежать снижения качества обучения ценой его интенсификации. В частности, важно найти и встроить в учебный процесс новые средства организации самостоятельной работы студентов, на которую стандарты делают ставку. К таким инструментам относятся компьютерные средства поддержки обучения, способные существенно изменить структуру и возможности информационно-образовательной среды.

В научно-методической периодике имеется большое число работ, описывающих возможности компьютерных технологий для повышения наглядности при чтении лекций, для организации виртуального или компьютеризованного лабораторного практикума, локального или дистанционного контроля знаний. При этом практически отсутствуют работы, посвященные анализу эффективности диалоговых компьютерных систем, предназначенных для формирования представлений, усвоения приемов решения задач и отработки соответствующих умений и навыков в индивидуальном режиме. Причина состоит в том, что электронных учебных пособий, систематически охватывающих интерактивными заданиями, например, курс физики, крайне мало. Это видно, например, из работы [1], посвященной описанию подобных систем и анализу их состава. Между тем, в условиях, когда вузовский курс физики может составлять для нефизических специальностей всего 324 часа (9 зачетных единиц), из которых более половины приходится на самостоятельную работу и экзамен(ы), любые средства интенсификации учебного процесса и методика их применения крайне важны.

Эксперимент, связанный с обновлением форм организации занятий и методики их проведения при использовании технологии индивидуализированных компьютерных тренингов, проводился автором в Пермском педуниверситете (профиль «Информационные технологии в образовании» направления подготовки 230400.62 «Информационные системы и технологии»). Для компьютерной поддержки курса физики использовалась обучающая среда «Интер@ктивная физика», разработанная пермским Институтом инновационных технологий (<http://stratum.ac.ru>) при методическом руководстве автора. Среда содержит около полутора тысяч виртуальных учебных объектов (ВУО), в том числе комплекс интерактивных тренажеров, предназначенных для формирования знаний, отработки умений и навыков, необходимых при решении задач, работе с приборами и оборудованием [2]. Задания предполагают не выбор ответа(ов) из ряда предложенных или ввод числа (слова), а выполнение выверенной последовательности действий, обеспечиваемой развитым манипуляционно-графическим интерфейсом и направляемой при необходимости реакциями (подсказками) экспертной системы.

Согласно учебному плану курс физики изучался в течение трех семестров. На лекционные и практические занятия в сумме выделено 50 аудиторных часов в первом семестре, 42 во втором, 30 в третьем; 28 часов лабораторного практикума пол-

ностью вынесены в заключительный семестр. Объем самостоятельной работы составлял по семестрам 58, 53 и 27 часов, то есть в первых семестрах превышал объем аудиторной.

В нашем случае освоение курса физики осложнялось тем, что: 1) в соответствии с требованиями вуза студенты сдавали экзамен ЕГЭ по информатике, а не по физике; 2) всеми, за исключением двух человек, физика изучалась в школе в объеме 2 часов в неделю. Результат: исходный уровень знаний по физике низкий, в то время как по информатике – хороший. Поэтому параллельно с изложением вузовского курса физики нужно было решать задачу реабилитации школьной базы. Учитывая довольно высокий потенциал студентов и специфику профиля вузовской подготовки, логично было максимально использовать возможности компьютерных обучающих технологий.

В ходе лекций использовались ВУО предметно-информационного компонента среды «Интер@ктивная физика» – модели, анимации, видеозаписи экспериментов. Что же касается предметно-процедурного компонента – интерактивных задач, репетиторов и тренажеров, – было принято решение использовать его, в основном, в счет часов самостоятельной работы. Комплекс тренажеров поддерживает ведение электронного журнала, в котором фиксируются дата, время и продолжительность работы с тренажером, успешность выполнения каждого отдельного задания и обобщающего их теста. Система мониторинга позволяет отслеживать работу студентов и в удаленном доступе, в том числе с домашнего компьютера. Но для наблюдения за ходом тренингов, анализа его результатов и оценки эффективности работы обучающая среда была установлена в локальной сети кафедры. Студенты и преподаватель встречались в компьютерном классе в оговоренное время, что не вполне укладывается в общепринятые представления о самостоятельной работе студентов (свобода выбора места и времени занятий – или игнорирование этих занятий). Однако возможность для студентов в ходе тренингов обмениваться замечаниями и консультироваться с преподавателем продуктивна не только с точки зрения формального результата (решил больше и лучше), но и с точки зрения психологического комфорта и формирования мотивации, поскольку появляются дополнительные игровой и состязательный мотивы.

В компьютерном классе студенты могли работать также в индивидуальном режиме с моделями и анимациями, использовавшимися на лекциях и практических занятиях. Вдобавок они получали подготовленные в MsWord файлы, содержащие визуальный ряд лекций (скриншоты работы моделей и анимаций, при необходимости пошаговые, сложные чертежи), формулировки определений и законов. Такие файлы не заменяют традиционный конспект, а дополняют его, в основном, материалом, перенос которого с экрана в тетрадь сложен. В результате в домашней работе актуализируется визуальный ряд с занятий, формируется своеобразный опорный конспект.

Решение задач на практических занятиях, как правило, выполнялось традиционно, на доске. Интерактивные возможности компьютерных заданий более целесообразно использовать в индивидуальном режиме. Помимо интерактивных тренингов студенты получали для домашнего решения индивидуальный вариант традиционных задач (за три семестра 10 модулей по 10 задач в каждом); выполняли тематические контрольные работы (в трех семестрах – 5, 4 и 3 работы соответственно).

Переходя к описанию комплекса интерактивных тренажеров, отметим, что деятельностная компонента традиционного курса физики – это операции с текстово-

графической информацией, решение задач, лабораторный практикум. Но в условиях реального учебного процесса преподаватель не в состоянии детально отследить каждый шаг каждого студента при аудиторном и домашнем решении задач или при выполнении лабораторных работ, чтобы оценить правильность действий и их самостоятельность. В результате мотивированный студент учится добросовестно, немотивированный же практически всегда имеет возможность лишь имитировать учение. Мы полагаем, что продуманное использование современных компьютерных технологий, с одной стороны, способствует повышению мотивации студентов, а с другой – понуждает их не имитировать учебную деятельность, а реально осуществлять ее.

Комплекс содержит более 100 тренажеров по всем разделам курса физики; в среднем тренажер включает 10 интерактивных заданий, как правило, многовариантных (в ходе тренинга решается несколько вариантов) или многошаговых. Большинство тренажеров завершаются обобщающим тестом, состоящим из тех же заданий, но в одном случайно выбранном (сгенерированном) варианте.

Обычно тренажер представляет собой последовательность тематически связанных, обладающих содержательной преемственностью, шаг за шагом усложняющихся задач. Выполняя их, обучаемый вынужденно последовательно и самостоятельно разбирает ключевые ситуации для некоторого класса задач. Системность рассмотрения вкупе с целенаправленностью и осмысленностью манипуляций графическими и текстовыми объектами обеспечивают усвоение и фиксацию действий, связанных с ними знаний, умений и навыков, в результате чего складывается устойчивая и ассоциативно связанная совокупность представлений и операциональных компетентностей по изучаемой теме.

Манипуляционно-графический интерфейс позволяет подавать на модель управляющие воздействия, оперировать изображениями объектов, фрагментами текста; строить отрезки, векторы, ломаные, окружности, углы, графики функций; измерять расстояния, углы, делать все то, что обычно делается при решении задач в тетради, – при постоянном контроле этих действий экспертной системой. Это дает возможность ставить задания на установление соответствия между текстовыми или графическими объектами, на составление фраз (определений, формулировок законов) из предложенных фрагментов; строить картины действующих на тела сил как на качественном (какие и как направлены), так и на количественном (каковы их величины) уровне, картины электрических и магнитных полей (например, проводить их расчет на основе принципа суперпозиции); строить разнообразные графики зависимостей характеристик от параметров задачи; производить сборку уравнений из фрагментов формул и знаков математических действий и т. д. Можно поставить задачу исследования того или иного эффекта на интерактивной модели с представлением результата в виде числа, графика, фразы для оценки экспертной системой.

Экспертная система осуществляет пошаговый контроль действий обучаемого, генерируя контекстные реакции на ошибки, что обеспечивает индивидуализацию траектории обучения. Если система подсказок полна и методически продуманна, она гарантированно дает реальный обучающий эффект: кто быстрее, кто медленнее, студенты приходят к финишу тренажера с различным, но ненулевым уровнем освоения учебного материала, со сформированными в определенной мере знаниями, умениями и навыками. Отметим, что если в процессе учения обеспечено последовательное и постепенное нарастание уровня сложности, то относительно большой объем работы воспринимается легче и усваивается быстрее и надежнее, чем при выполнении немногих разрозненных заданий, содержание которых не склады-

вается в мозгу обучаемого в систему.

Эксперимент показал, что применение интерактивных тренажеров дает положительный эффект. Отработывавшиеся операции, приемы решения, типы задач, входивших в состав использованных тренажеров, в целом оказываются освоенными лучше, чем те, что объяснялись только на доске. Это видно из того, насколько успешно студенты справлялись с задачами для самостоятельного домашнего решения, задачами контрольных работ и тестами. Отчасти результат объясняется большим временем, затраченным на освоение этих операций, приемов и типов задач, но в значительной степени – персональными направляющими реакциями экспертных систем, контекстно-разъясняющим характером подсказок, устраняющих недопонимание материала на индивидуальном уровне. Мы полагаем также, что индивидуальные компьютерные тренинги способствуют более надежному и долговременному усвоению материала и более осмысленному выполнению операций.

1. Ханнанов Н.К., Варламов Н.В., Чайковский К.Г. Сравнительный анализ электронных изданий для подготовки к ЕГЭ по физике // Физика в школе. 2013. № 1. С. 8–11.

2. Баяндин Д. В., Медведева Н. Н., Мухин О. И. Управление учебной деятельностью и ее мониторинг на основе тренинговой технологии обучения // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2012. Т. 15. №1. С. 505-524. http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v15_i1/pdf/8.pdf.

2015 ГОД - МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОД СВЕТА И СВЕТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Березина О.Я., Луизова Л.А.,

Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет

berezina@petsu.ru

Генеральная ассамблея ООН объявила 2015 год Международным годом света и световых технологий (IYL 2015), учитывая, что это юбилейный год для ряда замечательных достижений в области теории и применения света [1]. Поэтому на этой конференции нам хотелось бы рассказать о том, какое место занимает оптика в подготовке специалистов по направлениям «Информатика и вычислительная техника», «Приборостроение», «Электроника и наноэлектроника», «Техническая физика» на физико-техническом факультете Петрозаводского государственного университета. Тем более, что наш университет – один из 10 российских вузов, представленных на международном сайте «Оптическое образование» [2].

Курс оптики читается бакалаврам в рамках курса общей физики. К сожалению, из-за сокращения объема при переходе к бакалавриату из курса исключен такой важный раздел, как геометрическая оптика. Для компенсации этого пробела в физпрактикум включена работа «Законы геометрической оптики», где студенты вспоминают или изучают свойства линз и сферических зеркал, явление полного внутреннего отражения, некоторые виды аберраций линз. Традиционные разделы курса волновой и квантовой оптики поддержаны практическими занятиями и работами физпрактикума по интерференции, дифракции, поляризации, фотоэффекту.

Оптике посвящены также разделы и других курсов. Например, в курсе «Физические основы получения информации» рассматриваются метрологические характеристики излучения, принцип действия, схемы и области применения спектральных приборов: от простейших призмных и дифракционных спектрометров, ин-

терференционных Фабри-Перо и Фурье-спектрометров до приборов спектроскопии сверхвысокого разрешения, основанных на интерференции интенсивностей. В лабораторном практикуме по этому курсу выполняются работы:

- Качественный спектральный анализ (по наблюдаемому спектру и таблицам спектральных линий определяется состав светящегося газа);
- Оптическая пространственная фильтрация (демонстрируется изменение картины изображения при введении простейшего фильтра в Фурье-плоскость, явление дифракции используется для оценки размеров малых дефектов в прозрачном изделии);
- Измерение температуры по излучению;
- Спектрометр изображения. Выполняя эти две работы, студенты осваивают автоматизированные спектрометрические комплексы [3] и закрепляют знания о таких фундаментальных положениях оптики как формула Планка и изменение частоты излучения из-за эффекта Доплера.

Для студентов специальностей «Электроника и микроэлектроника» и «Техническая физика» при преподавании курса «Оптические методы диагностики плазмы» на этих же установках проводятся более сложные работы, посвященные исследованию пространственного распределения параметров плазмы по интенсивностям и контурам спектральных линий. Приложение явления интерференции интенсивностей [4] иллюстрируется работой «Определение коэффициента диффузии пылевых частиц методом корреляционной спектроскопии». Возможность на практике познакомиться с перестраиваемым лазером и закрепить полученные в курсах общей и квантовой физики знания о структуре атома дает работа «Лазерно-индуцированная флюоресценция». Более глубокое знакомство с лазерной техникой и ее приложениями обеспечивают курсы для магистров «Квантовая и оптическая электроника» и «Лазерные, электроимпульсные и плазмохимические технологии».

Сегодня роль света велика не только при получении информации о технологических процессах и материалах, но и в процессах хранения, передачи и обработки информации.

В курсе «Теория информации», который читается на втором курсе студентам направления «Информатика и вычислительная техника» говорится о том, что в природе наибольшее количество информации об окружающем мире человек получает с помощью зрения, т.е. от света. И в технике преимущество света перед другими носителями информации заключается, в частности, в высокой скорости распространения и низкой энергетической цене единицы информации. Детальнее это обсуждается с магистрами в курсе «Оптические процессоры». Им рассказывается, что когерентный аналоговый процессор на основе линз, осуществляющий преобразование Фурье над двумерной комплексной функцией, описывающей световое поле, работает со скоростью порядка 10^{20} операций в секунду, затрачивая не более 10^{18} Дж/бит. Помимо задач распознавания образов, преобразования изображений (оконтуривания, обращения контраста, уменьшения шумов) такой процессор может использоваться и для технических приложений, например, управления радаром [5].

В большинстве предлагаемых и реализованных в настоящее время оптических процессорах свет – носитель информации, а управление его интенсивностью, направлением поляризации или распространения осуществляется электрическим или магнитным полем за счет эффектов Керра и Фарадея, с которыми студенты познакомились еще в курсе общей физики. На основе этих эффектов создаются пространственные модуляторы света как для когерентных аналоговых, так и для циф-

ровых процессоров, например перемножающих вектора и матрицы [6].

В курсе «Оптические процессоры» студентам рассказывается об оптических нейросетях, оптических компьютерах. Хотя идея нейрокомпьютера родилась еще в середине прошлого века, сейчас нейросети широко применяются в самых различных областях, где требуется преобразование и анализ информации – вплоть до экономики и политики [7]. При этом рационально использовать оптическую нейросеть, которая содержит нейроны, состоящие из электронных фотоприемников и лазеров, а связи реализуются в ней с помощью голограмм [8].

Построение оптического компьютера «традиционной архитектуры», основанного на элементах «И», «ИЛИ», «НЕ» также возможно. Логические элементы микронных размеров, управляемые электрическим полем, составляют предмет «интегральной оптики» [9]. Но оказалось, что можно построить логический элемент без электрических или магнитных полей, в котором и информационный и управляющий сигналы будут оптические. В работе [10] показано, как решается эта задача с помощью интерферометра Фабри – Перо, между зеркалами которого имеется нелинейная среда, т.е. вещество, показатель преломления которого зависит от интенсивности излучения. Работавшие ранее с интерферометром Фабри – Перо студенты воспринимают это как шутку: кому нужен компьютер с логическими элементами такого размера. Однако, этот же принцип управляемого светом логического элемента реализуется с помощью квантовых точек нанометровых размеров, расположенных внутри фотонного кристалла [11].

Сталкиваясь с оптическими явлениями на протяжении всего курса обучения, студенты нередко используют их и в своей научной работе, которой они занимаются обязательно, начиная с 3 курса, при выполнении курсовых, бакалаврских и магистерских работ. Ежегодно на студенческую научную конференцию представляются доклады, посвященные оптическим методам диагностики плазмы, применению оптики в исследовании и разработке полупроводниковых материалов, в экологии и медицине. Это связано с той значительной ролью, которую играет оптика в научной жизни факультета. Первые публикации по применению спектроскопии для диагностики плазмы появились уже полвека тому назад, и интенсивность этих работ существенно возросла с созданием в 2003 г. на базе факультета научно-образовательного центра по фундаментальным проблемам приложений физики низкотемпературной плазмы (НОЦ «Плазма») [12].

Информационному применению света посвящен выполняемый с 2006 года преподавателями-выпускниками факультета, а также аспирантами и студентами проект "Развитие информационных технологий и компьютерных систем в области формирования, синтеза, обработки и анализа изображений путем интеграции эффективных компьютерных систем с системами фотоники". В ходе выполнения проекта создано малое инновационное предприятие ООО «Наноскан» [13], на базе которого разработан ряд приборов, в том числе цифровой голографический дисдрометр. Прибор является неотъемлемой частью аппаратного обеспечения метеорологических служб аэродромов для обеспечения безопасности полетов, используется в сельском хозяйстве для контроля количества попадающей в почву влаги, применяется в современных системах безопасности движения на автомобильных дорогах [14]. На Петербургской технической ярмарке в конкурсах на лучший инновационный проект в области приборостроения в 2013 и 2014 годах разработчики приборов, созданных на предприятии «Наноскан», награждены золотыми медалями.

1. URL: <http://inno.nsu.ru/facts/2014-06-15.htm>
2. URL: <http://www.opticseducation.org/members/alim@karelia.ru.aspx>
3. Екимов К.А., Соловьев А.В. Использование информационно-измерительных комплексов для оптической диагностики низкотемпературной гетерогенной плазмы в лабораторном практикуме. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2009. - 64 с.
4. Луизова Л.А. Интерференция интенсивностей как метод спектроскопии сверхвысокого разрешения, способ измерения диаметра звезд и размеров микрочастиц. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. - 24 с.
5. Hong J.H. Novel optical technique for phased-array processing/ Optical Engineering **30** , p 1076-080. 1991.
6. Богатырева В.В., Дмитриев. А.Л. Оптические методы обработки информации /Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 74 с.
7. Шумский С.А. Избранные лекции по нейрокомпьютерингу. URL: <http://neurolec.chat.ru/>
8. В.М.Захарченко, Г.В.Скороцкий. Нейронная сеть. Авторское свидетельство №1098428. Приоритет от 24 мая 1982г. URL: http://www.mbdsoft.ru/history_files/neuronet.htm
9. Панов М. Ф., Соломонов А.В., Филатов Ю. В/ Физические основы интегральной оптики. - М. Academia, 2010. - 432с.
10. Султанов А.Х., Виноградов И.Л. Подход к построению коммутаторов оптических сигналов, управляемых оптическим излучением.
11. URL: <http://www.computeroptics.smr.ru/KO/PDF/KO26/KO26108.pdf>
12. K. Asakawa, Y. Sugimoto, Y. Watanabe, N. Ozaki, A. Mizutani, Y. Takata, Y. Kitagawa, H. Ishikawa, N. Ikeda, K. Awazu, X. Wang, A. Watanabe, S. Nakamura, S. Ohkouchi, K. Inoue, M. Kristensen, O. Sigmund, P.I. Bore, and R. Baets, Photonic crystal and quantum dot technologies for all-optical switch and logic device./ New J. Phys., Vol.8, 2006, p.208. URL: <http://iopscience.iop.org/1367-2630/8/9/208/fulltext/>
13. URL: <http://plasma.karelia.ru/>
14. URL: <http://nanoscan.petrso.ru/>
15. Kaikkonen Ville A., Eкимov Dmitry, Makynen Anssi J., A Holographic In-Line Imaging System for Meteorological Applications. 2013 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings, 2013 IEEE, pp. 1630-1635.

РАБОЧИЙ КОНСПЕКТ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИКЕ

Босенко А.А.

Старый Оскол, Россия, Старооскольский технологический институт
 abocenko@mail.ru

При переходе на двухуровневую систему подготовки и введение ФГОС третьего поколения в нашем институте были существенно переработаны учебные планы обучения студентов по программе технического бакалавриата. В сравнении со специалитетом сократилось общее число аудиторных часов, при этом наибольшие потери понесли дисциплины естественно-математического цикла. Значительно сократился и объём часов выделенных на физику. Если по программе специалитета на физику выделялось от 450 до 700 часов в течение 3 – 4 семестров при этом число аудиторных занятий составляло 280 -250 часов, то теперь общее число часов сократилось до 380 – 400 из которых аудиторных всего 136 часов в течение двух семестров. Распределение часов в семестре выглядит следующим образом: лекции – 17 часов, практические занятия – 17 часов и 34 часа лабораторных занятий в течение второго семестра и столько же часов в третьем семестре.

В силу сложившейся ситуации весь курс физики был разбит на четыре части: 1) физические основы механики; 2) электромагнетизм; 3) колебания и волны; квантовая оптика; 4) элементы квантовой механики; термодинамика и статистическая физика. Необходимо было найти способы изложения столь большого объёма материала с минимальными потерями качества изложения. Использование средств

мультимедиа позволяет значительно увеличить объём материала излагаемого на лекции.

В институте имеется достаточное число лекционных аудиторий оборудованных высококачественными мультимедийными проекторами позволяющими проводить занятия при нормальном освещении.

Для решения поставленной задачи был разработан мультимедийный курс лекций по каждой части курса физики. Наряду с теоритическим материалом в состав лекции были включены и видеотрегменты экспериментов различных физических явлений. Лекции составлялись в виде презентаций в среде Power Point. Каждая презентация лекции содержит от 25 до 30 слайдов в зависимости от объёма материала и количества видеодемонстраций, а это предполагает что на каждый слайд отводится не более трёх минут полезного времени. Такой темп чтения лекции предполагает достаточно высокую работоспособность не только лектора, но студентов.

Первые пробные лекции по данной методике выявили две существенные проблемы: 1) студенту трудно удержать внимание на материале слайда; 2) высокий темп изложения материала не позволяет студенту законспектировать лекцию.

Первая проблема была решена достаточно просто. При создании слайда были использованы приёмы анимации. В этом случае материал слайда появляется постепенно по мере изложение, а это сразу концентрирует внимание студента. Подготовка таких презентаций лекций значительно увеличило трудозатраты при их создании, но это позволило легко удерживать внимание студентов в течение всей лекции.

Для решения второй проблемы пришлось создать рабочий конспект лекций. Обычно переводят содержание презентаций в бумажный вариант и раздают студентам перед лекцией. Однако, как показал опыт, эффективность лекции резко снижается, более половины присутствующих студентов перестают следить за лекцией.

Поэтому пришлось разработать специальный конспект лекций для студентов. Суть идеи заключалась в том чтобы студент не только следил за изложением материала лекции, но и частично конспектировал наиболее важные части излагаемой темы. Для этого в конспекте были напечатаны заголовки тем, основные определения, необходимые пояснительные рисунки, а для остального материала, такого как постановка задачи, вывод формул, формулировка физического смысла оставляется свободное место и студент сам заносит это в конспект в течение лекции. Некоторая часть материала лекции выносится для самостоятельного изучения. Для этого так же предусмотрено место в конспекте куда студент должен кратко изложить самостоятельно изученную тему. В конце каждой лекции даются контрольные вопросы на которые студент должен дать письменные ответы.

Для каждой части курса физики конспект размножается в типографии перед началом семестра и все студенты должны приходить на лекцию имея на руках данное пособие.

Контроль самостоятельной работы студентов проверяется два раза в семестр. Студент сдаёт коллоквиум в виде теста и предъявляет свой рабочий конспект на проверку. Такая организация учебного процесса позволяет преподавателю контролировать самостоятельную работу студентов в течение семестра, а студенту освоить весь курс физики и излагаемом объёме и успешно сдать экзамены.

Опыт работы в течение двух последних лет показал высокую эффективность использования рабочего конспекта в учебном процессе.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЛЕКЦИИ В МОДУЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ

Ваганова В.И., Ваганова Т.Г.

Улан-Удэ, Российская Федерация,

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

valen51@mail.ru

Целью модульного обучения является создание наиболее благоприятных условий развития личности путем обеспечения гибкости содержания обучения, приспособления дидактической системы к индивидуальным потребностям личности и уровню ее базовой подготовки посредством организации учебно-познавательной деятельности по индивидуальной учебной программе. Рассмотрим методику реализации модульного обучения на лекционном занятии по физике.

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Начиная с возникновения первых университетов в Европе в XIII - XIV в.в., лекция (от лат. *lectio* - чтение) является одной из ведущих форм обучения в вузе, которая представляет собой наиболее емкое и оперативное представление научно-профессиональной информации. Целью лекции является создание ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. В современных исследованиях отмечается, что лекция призвана формировать и развивать методологическое, научно-профессиональное мышление студентов и его общую культуру. Лекция, по мнению П.И. Пидкасистого, выполняет три основные функции – информационную (излагает необходимые сведения), стимулирующую (пробуждает интерес к теме), воспитывающую и развивающую (дает оценку явлениям, развивает мышление).

Лекция позволяет решать разнообразные задачи. В частности, она способствует активизации мышления, пробуждает интерес к приобретению знаний, к самостоятельной деятельности, способствует рождению творческого начала. Логически построенный курс лекций дает основы научного мышления, показывает историческое становление научной истины, знакомит с новыми научными методами исследования. Все это является залогом того, что специалист станет творческой личностью.

Информационная функция лекции проявляется в передаче основных научных фактов, служащих базой для последующего анализа, рассуждения. Создание ориентировочной основы будущей учебной и профессиональной деятельности студентов на лекции возможно только при условии ее фундаментальности, познавательной направленности, доказательности, логичности. На лекции раскрываются базовые понятия, физические законы, анализируются научные теории, раскрываются методы научного исследования и др. Лекция является основным источником учебной теоретической информации. Поэтому формирование системы физических знаний, как одна из задач обучения, должно пройти через курс лекций по физике.

Особое место в преподавании физики занимает физический эксперимент. Лекционные демонстрации, видеофрагменты, компьютерные демонстрации, модели позволяют студентам пронаблюдать реальные и модельные физические процессы и явления, что в значительной степени вносит разнообразие в методическую сторону лекции.

Организация модульного обучения, предполагает изменение структуры лекции: учебный материал делится на завершённые модули, в каждом из которых учебная информация концентрируется, обобщается, выделяется главное. Лекция

делится на завершённые части - учебные элементы, каждый из которых представлен в виде опорных схем, таблиц с применением знаково-графической наглядности, что, несомненно, облегчает восприятие, осмысление и запоминание. Структура лекции, должна содержать инвариантные компоненты:

- актуализация знаний студентов (связывает содержание нового материала с предыдущим и позволяет вовремя ликвидировать пробелы);
- блок обобщения, позволяющий выделить наиболее значимые знания, осознать конечную цель и получить положительный результат;
- теоретический блок, содержащий структурированную информацию в виде опорных конспектов, схем, таблиц и т.п.;
- блок генерализации (содержит выделение главного, конкретизацию изученного материала);
- лекционные задания для самостоятельной работы.

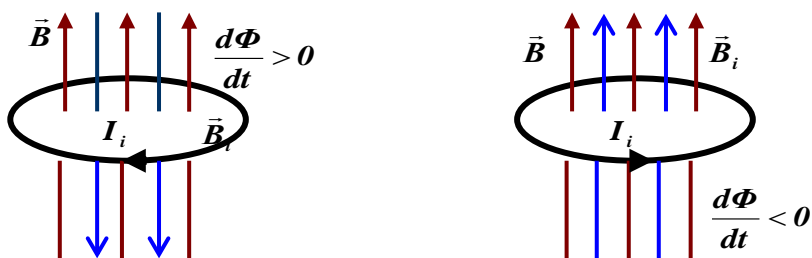
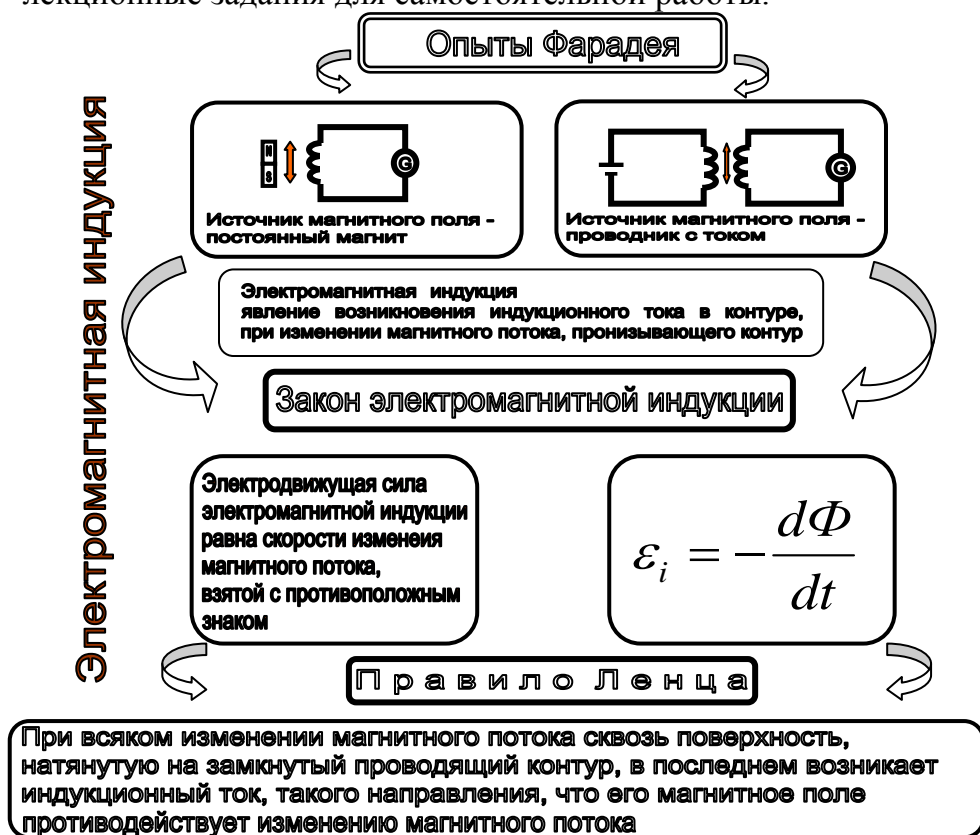


Рис.1. Опорный конспект лекции «Электромагнитная индукция»

Применение опорных конспектов (ОК), структурно-логических схем (СЛС), таблиц позволяет расширить возможности лектора в выборе метода подачи теоретического материала в зависимости от его сложности. Опорный конспект представляет собой сжатый, спрессованный и достаточно большой по объёму фрагмент учебной информации, позволяющий выделить инвариантные структурные единицы

научных знаний. В качестве примера на рис. 1 представлен опорный конспект лекции «Электромагнитная индукция».

Структурно-логическая схема - логическая структура, которая содержит систему элементов учебного материала, составляющих единое целое на основе причинно-следственных связей и правил формальной логики. СЛС является средством наглядности и дает обозримую картину связей между элементами знаний, «материализует» эти связи в сознании обучаемых, переносит акцент с механического заучивания на глубокое осознание изучаемого материала и, благодаря этому, обеспечивает прочное усвоение основ физических знаний.

Излагая лекционный материал, преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты пишут конспект. Конспект помогает внимательно слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к семинару, экзамену. Задача лектора — дать студентам возможность осмысленного конспектирования: слушать, осмысливать, перерабатывать, кратко записывать. Для этого преподаватель должен помогать студентам и контролировать, все ли понимают, успевают. Обычно это видно по реакции аудитории. Средствами, помогающими конспектированию, являются: акцентированное изложение материала лекции, т. е. выделение темпом, голосом, интонацией, повторением наиболее важной, существенной информации, использование пауз, записи на доске, демонстрации иллюстративного материала, строгое соблюдение регламента занятий. Полезно обучить студентов методике конспектирования, правильному графическому расположению и оформлению записи: выделению абзацев, подчеркиванию главных мыслей, ключевых слов, заключению выводов в рамки, использованию цветных ручек или фломастеров.

Искусство лектора помогает хорошей организации работы студентов на лекции. Содержание, четкость структуры лекции, применение приемов поддержания внимания — все это активизирует мышление и работоспособность, способствует установлению педагогического контакта, вызывает у студентов эмоциональный отклик, воспитывает навыки трудолюбия, формирует интерес к предмету.

Актуализация знаний студентов при выполнении специальных лекционных заданий для самостоятельной работы способствует более глубокому пониманию физики, вызывает интерес студентов и значительно экономит лекционное время.

Развитие лекционной формы в курсе физики связано с углублением уровня ее проблемности. Проблемное построение лекции приближает процесс познания студентов к поисковой, исследовательской деятельности. Использование продуктивных методов на лекции обеспечивает достижение трех основных целей:

- усвоение студентами теоретических знаний, развитие теоретического мышления;
- формирование познавательного интереса к содержанию учебного предмета;
- профессиональную мотивацию будущего специалиста.

Эффективность проблемной лекции определяется ее содержанием и способами организации совместной деятельности преподавателя и студентов. В проблемной лекции приоритет принадлежит устному изложению диалогического характера. С помощью приемов постановки проблемных вопросов, выдвижения гипотез, их проверки и подтверждения преподаватель побуждает студентов к совместному размышлению, дискуссии.

На каждой лекции желательно емкое и вместе с тем максимально краткое заключение, в котором выражена основная мысль изложенного, а также обоснован

логический переход от изложенного к тому или иному фрагменту, который предстоит обсуждать на следующей лекции.

1. Ваганова Т.Г. Модульно-компетентностное обучение физике студентов технических университетов. Монография. Улан-Удэ, 2009, 194 с.
2. Лавренина, А.Н. Система профессионально направленного обучения физике студентов электротехнических специальностей вуза: дис. ... канд. пед. наук/А.Н. Лавренина. - Тольятти, 1999. -186 с.
3. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие / отв. ред. С.И. Самыгин. - Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 544 с.
4. Пидкасистый, П.И. Искусство преподавания[/ П.И. Пидкасистый, М.Л. Портнов. - М., 1999. - 210 с.
5. Полещук, О.И. Системно-семиотическая модель определения содержания естественнонаучного блока инженерного образования: автореф. дис. ...канд. пед. наук / О.И. Полещук. – М., 1997. – 17 с.

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ В КУРСЕ ФИЗИКИ

Валишева А.Г., Крутова И.А.

Астрахань, Россия, Астраханский государственный университет
alpok-phys@mail.ru, irinkrutova@yandex.ru

Модернизация инженерного образования в России связана со стремлением повысить его уровень, и занять ведущее место на мировом образовательном пространстве. Выпускники должны быть готовы к будущей профессиональной деятельности, находящейся в условиях меняющегося инновационного производства. В тоже время, основной недостаток инженерной подготовки в университете заключается в том, что студенты не умеют применять научные знания для выполнения профессиональных видов деятельности. Необходимо, чтобы в процессе обучения теоретические научные знания сосуществовали с практическим опытом. Для этого требуется разработать такую практико-ориентированную методику обучения, которая позволила бы студентам овладеть умением решать профессиональные задачи разного уровня сложности при обучении в вузе. Профессиональную подготовку студентов необходимо начинать на младших курсах при освоении дисциплин математического и естественнонаучного цикла, которые закладывают научные знания, являющиеся опорными для решения профессиональных задач. Среди них физика, являясь основой техники, занимает одно из главных мест.

Новые требования, которым должен отвечать выпускник вуза, регламентированы Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования и профессиональными стандартами конкретных специалистов. В них прописаны виды деятельности специалистов, к выполнению которых должен быть готов выпускник. Возникает вопрос: каково должно быть содержание и условия реализации процесса профессиональной подготовки студентов, отвечающего новым требованиям, и каково место физики в системе этой подготовки?

В качестве теоретической основы для реализации профессионально-направленной подготовки инженера нами выбрана идея Н. Ф. Талызиной, согласно которой «... разработка обоснованных целей образования невозможна без выделения основной системы задач, с которыми встретится будущий специалист». Таким

образом, при выявлении целей обучения, необходимо, в первую очередь, выделить систему типовых задач, или видов деятельности конкретного специалиста. Учебный процесс необходимо организовывать таким образом, чтобы обучаемые овладевали методами достижения целей, которые сформулированы в типовых профессиональных задачах путем многократного их применения.

На современном этапе, перед вузами возникла необходимость пересмотра образовательных программ и учебных планов подготовки инженерных кадров с целью выявления приоритетных видов деятельности, к решению которых должен быть готов выпускник, с учетом региональных особенностей и потребностей рынка труда. При проектировании учебного плана необходимо руководствоваться принципом интеграции, который позволяет оптимизировать связи между структурными элементами и приводит к их объединению в единую систему. В образовательном процессе используют две формы интеграции: внутрипредметную, которая позволяет построить целостную структуру в рамках одной дисциплины, и межпредметную, когда отдельные дисциплины взаимодействуют между собой и продолжают существовать в качестве автономных образовательных систем. Дисциплины учебного плана должны дополнять друг друга, пересекаться между собой по содержанию и приводить к достижению необходимых результатов обучения.

Традиционно сложилось, что физика в учебных планах подготовки инженеров изучается на первом и втором курсах. Как правило, студенты младших курсов, не имеют собственного производственного опыта, не знают, какие профессиональные задачи решаются специалистами, и какова роль физических знаний в профессиональной деятельности. С целью создания потребности в изучении физики при изучении каждого ее раздела необходимо «погружать» студентов в ситуации, адекватные профессиональной деятельности. Наиболее «выигрышными» формами занятий для создания таких ситуаций являются практические и лабораторные занятия.

На практических занятиях по физике необходимо целенаправленно формировать у студентов методы решения профессиональных задач инженера в обобщенном виде. Овладев обобщенными методами решения профессиональных задач, студенты смогут применять его для решения различных задач, встречающихся как в условиях адекватных профессиональной деятельности инженера, так и непосредственно в условиях производства. Формирование таких методов должно происходить в процессе изучения ряда дисциплин, закладывающих у будущих специалистов основы инженерных знаний, умение проектировать, создавать и эксплуатировать объекты машиностроительной отрасли. В процессе изучения курса физики в университете у студентов формируются знания и умения, необходимые для изучения технических и профессиональных дисциплин. Поэтому на младших курсах физика является средством профессиональной подготовки будущего инженера.

Профессионально-ориентированная подготовка студентов к самостоятельному решению профессиональных задач осуществляется в два этапа:

I этап – формирование обобщенных методов решения типовых профессиональных задач;

II этап – самостоятельное применение студентами обобщенных методов решения типовых задач для реализации учебных, исследовательских и производственных проектов.

Первый этап реализуется на I и II курсах при изучении дисциплин «Введение в инженерную деятельность» и «Физика». Его цель состоит в том, чтобы каждый студент освоил обобщенные методы решения типовых профессиональных задач

инженера. Для этого, студенты выделяют виды будущей профессиональной деятельности инженера в области оборудования и технологии сварочного производства; обобщают выделенные виды деятельности по конечному продукту; выделяют типовые профессиональные задачи инженера, с указанием конечного продукта и его свойств.

Выявление студентами содержания обобщенных методов решения типовых профессиональных задач происходит путем выделения инвариантного способа решения конкретных задач. С этой целью, после изучения укрупненной темы курса физики создается ситуация, в которой у студентов возникает потребность в решении конкретной задачи. Студентам предлагается самостоятельно разработать метод решения нескольких задач. После этого обучающимся предлагается сравнить последовательность и содержание действий, выполняемых ими при решении задач и выделить обобщенный метод их решения. Далее осуществляется обучение студентов самостоятельному планированию деятельности по решению конкретных задач с опорой на обобщенный метод. Чтобы содержание обобщенного метода было усвоено студентами, необходимо многократно применить его для решения конкретных задач. Согласно данным психологических исследований, для успешного овладения той или иной деятельностью, ее необходимо выполнить 8-10 раз. В связи с этим, необходимо выбрать не менее десяти конкретных профессиональных задач определенного типа, решаемых с опорой на физические знания.

Приведем примеры таких задач из разных разделов курса физики:

1. Обеспечьте безопасное хранение водорода при температуре 20°C в баллоне, имеющем пятикратный запас прочности, если известно, что 1 кг азота, хранившийся в таком же баллоне, взорвался при температуре 350°C (Раздел «Механика»).

2. Установите, с какой силой стягиваются клепанные детали толщиной по 9 мм, если стальная заклепка диаметром 10 мм была первоначально раскалена до температуры 500°C . Остыв, заклепка приобретает температуру 20°C (Раздел «Механика»).

3. Определить молярную массу газовой защитной смеси Аргомикс – Л, необходимую для сварки углеродистых сталей, которая состоит из 93% аргона, 5% углекислого газа и 2% кислорода (Раздел «Молекулярная физика»).

4. При дуговой сварке двух металлов возможна ситуация образования наплывов (натекание металла на поверхность без сплавления с ним). Наплывы, имеющие большую протяженность, являются недопустимыми дефектами, так как они вызывают концентрацию напряжений и нередко приводят к появлению непровара. Как устранить данное отклонение от нормы (Раздел «Термодинамика»).

5. При контактной сварке нагрев и плавление металла происходят за счет выделения теплоты на электрических сопротивлениях в месте контакта деталей при прохождении через них электрического тока 20 мА. Полное количество теплоты, выделяемое между электродами за время сварки 10 мин равно 6 к Дж. Найдите общее сопротивление металла между электродами в данный момент времени (Раздел «Электричество и магнетизм»).

После того, как у студентов сформированы обобщенные методы решения типовых профессиональных задач, им предлагается самостоятельно подобрать и решить профессионально-ориентированные задачи с опорой на знания изучаемого раздела физики.

Стоит отметить, что типовые профессионально-ориентированные задачи можно разделить на три уровня сложности: учебные профессиональные задачи,

решаемые в рамках изучения одной дисциплины, междисциплинарные профессиональные задачи, решаемые в рамках дисциплин естественно-математического блока и производственные профессиональные задачи, решаемые с использованием знаний дисциплин профессионального блока.

Формирование у студентов обобщенных методов решения профессиональных задач позволяет усилить практическую направленность обучения, устранив тем самым противоречие между теорией и практикой в инженерном образовании и в результате подготовить конкурентоспособного специалиста для инновационного производства.

1. Крутова И.А., Валишева А.Г. Обучение студентов обобщенным методам решения профессиональных задач инженера. // Вестник Томского государственного педагогического университета. - 2011. - №2. - С. 95-99.

2. Крутова И.А., Валишева А.Г. Формирование у студентов обобщенных методов решения типовых профессиональных задач как средство подготовки конкурентоспособного инженера. // Наука и школа. - 2011. - №6. - С. 69-72.

3. Крутова И.А., Валишева А.Г. Проблемно-ориентированный подход в профессиональной подготовке будущих инженеров. // Наука и школа. - 2012. - №6. - С. 108-111.

4. Валишева А.Г., Крутова И.А. Методика обучения студентов машиностроительных направлений подготовки обобщенному методу решения типовых профессиональных задач // Преподаватель XXI. – 2013. – Т.1. - №4. – С.117-123.

ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ ПО ФГОС ВПО

Власова С.В.

Мурманск, РФ, Мурманский государственный технический университет

vlasovasv@mstu.edu.ru

Уже несколько лет вузы Российской Федерации работают по Федеральным государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), так называемым стандартам 3-го поколения. Несмотря на достаточно большой срок, прошедший с начала разработки этих стандартов, вопрос о том, каким образом можно судить о достижении целей обучения, сформулированных в этих документах, остаётся дискуссионным. Цели обучения в ФГОС ВПО представлены как требование: выпускник должен обладать необходимым набором компетенций, часть из них являются общекультурными (ОК), часть – профессиональными (ПК). Число компетенций, как ОК, так и ПК, изменяется от стандарта к стандарту в несколько раз даже для близких направлений обучения [1]. Ни в каких нормативных документах не указано, каким образом компетенции согласуются с результатами обучения («learning outcomes»), применяемыми в настоящее время в европейских системах оценки качества обучения [4], а также дидактическими единицами, используемыми для оценки остаточных знаний студентов по физике в процессе аккредитации вуза. Вместе с тем, очевидно, что судить о качестве обучения возможно лишь в том случае, если имеются чётко сформулированные цели обучения. Именно ясные формулировки целей обучения (о достижении или недостижении которых однозначно мог бы судить любой специалист) позволяют ответить на вопрос, направлена ли данная программа обучения на решение вопросов, стоящих перед профессиональным сообществом на данном этапе развития. В связи с вышесказанным, в работе рассматриваются некоторые аспекты дискуссии, ведущейся в профессиональном сообществе по поводу обучения студентов по ФГОС

ВПО. Автором предлагается подход к разработке различных материалов, в том числе, касающихся целей обучения, отличающийся от применяемых сегодня в ФГОС ВПО.

Ведущей чертой, определяющей характер высшего образования (ВО) в последние полвека, является продолжающийся рост контингента студентов во всем мире [6]. Число обучающихся в вузах России также заметно увеличилось: с 1999 по 2009 гг. прирост студентов составил 46% [7]. Системы ВО по всему миру из элитарных очень быстро превращались в массовые [2]. Расширение доступности (массовизация) высшего образования вынуждает участников образовательного процесса по-новому относиться к его качеству. Системы гарантии качества в настоящее время стали неотъемлемой составляющей ВО в большинстве стран мира, а агентства по гарантии качества – полноценными субъектами национальных образовательных систем [3]. Качество будет оставаться приоритетом для высшего образования и в последующие годы. По мнению участников всемирной конференции по ВО (Париж, 2009 г.), критерии качества должны отражать основные цели высшего образования, прежде всего, такие, как формирование у студентов критического и независимого мышления и способности обучаться на протяжении всей жизни [6]. В каждом учебном заведении необходимо создавать системы обеспечения качества, а для всего сектора высшего образования необходимо наладить регулирующие и обеспечивающие качество механизмы [5].

Понятие «качество образования» эволюционирует в зависимости от уровня развития общества и в соответствии с его потребностями. Согласно [1], в иерархической системе высшего образования России следует выделять три уровня обеспечения качества: отрасль высшего образования, вузы, обучающиеся и выпускники вузов. На верхнем – уровне системы образования – необходимо сформулировать цели отрасли, объективно отражающие требования к ней со стороны общества на современном этапе развития и на перспективу. Далее отрасль должна сформулировать свои научно обоснованные, адекватные целям высшего образования, критерии оценки его качества для вуза, как меры соответствия результатов образования ожиданиям потребителей. Это явится основой для формулирования целей и решений на уровне вуза, а затем и на уровне студента. По мнению автора работы [1], значимость выбора целей и критериев оценки в комплексе проблем обеспечения качества в любой сфере деятельности обусловлена тем, что если на каком-либо более высоком системном уровне цели сформулированы неверно, то как бы оптимально эта цель не отрабатывалась подсистемой нижнего уровня, результат деятельности всей системы не будет качественным. Вместе с вышесказанным, автор работы [1] утверждает, что для высшего образования России в настоящее время должен быть характерен отказ от единых стандартов содержания обучения, обратная связь с потребителями высшего образования, а также широкое участие в оценке его качества всех заинтересованных сторон, развитая система общественной аккредитации. Унификация содержания должна осуществляться не через стандарты, а путем взаимного признания, а зачастую и объединения усилий вузов при разработке вузами различных курсов. К сожалению, с нашей точки зрения, в рассуждениях автора работы [1] содержится существенная ошибка. С одной стороны, он рассматривает систему образования как четко детерминированную, которой задаётся цель органом управления, и закономерно приходит к выводу, что надо сосредоточить внимание на путях реализации цели на каждом иерархическом уровне системы образования. С другой стороны, он утверждает, что в системе образования должна осуще-

ствляться самоорганизация, но не через стандарты, а каким-либо другим образом.

К сожалению, похожую ошибку совершили и разработчики ФГОС ВПО. С одной стороны, они определили цели обучения в виде требования к приобретению выпускником компетенций (т.е. сформулировали цели обучения, к достижению которых должны стремиться участники образовательного процесса). С другой стороны, они не дали никакой научно (или практически) обоснованной информации о связи этих целей с содержанием обучения и с конечными учебными результатами («learning outcomes») [4]. Поясним, в чём, по нашему мнению, состоит системная ошибка как в первом из упомянутых, так и во втором случае. У авторов этих ошибок есть единое мнение, что они рассматривают одну и ту же российскую систему образования, но отсутствует понимание того, какой эта система является – жёстко детерминированной или саморазвивающейся. Если мы желаем, чтобы система образования России была втянута в процесс самоорганизации, т.е. чтобы вузы активно взаимодействовали друг с другом в формулировке целей обучения, в разработке стандартов, курсов, программ обучения, участвовали в аккредитации, надо устранить жёсткое определение целей обучения на всех уровнях. Это требование обусловлено тем, что самоорганизующиеся системы развиваются по своим внутренним законам, а воздействие на них можно осуществлять лишь через параметры порядка. Если внешнее воздействие (направленное на достижение цели) превысит некоторый допустимый порог, система может деградировать.

Мы полагаем, что надо встать на точку зрения, что система образования в России может (и должна) стать самоорганизующейся. Но при этом внешнее воздействие на систему (со стороны органов управления) должно быть взвешенным, дозированным и очень точно воздействующим именно на критические параметры с тем, чтобы вызывать не деструктивные процессы, а, напротив, способствовать прогрессивному развитию системы образования. В настоящее время, по нашему мнению, у большинства разработчиков всех уровней вузовских учебных планов направлений бакалавриата (и/или магистратуры), рабочих программ дисциплин сложилась кризисная ситуация. Кризис вызван тем, что в ФГОС не сформулированы ни удельный вес различных учебных предметов в циклах обучения, ни содержание обучения по отдельным предметам, ни цели этого обучения. Названы только компетенции, причём, педагогическому сообществу совершенно очевидно, что введение компетенций в ФГОС нуждается в серьёзной доработке, эта позиция отражена во множестве публикаций, например [1,4]. Сегодня на уровне вуза происходит «перетягивание» одеяла учебной нагрузки, причём в этой борьбе, как правило, побеждает не тот, кто «прав», а тот, кто «сильнее». Продолжение процесса в таком направлении может привести к деструкции высшего образования в России. Есть два пути выхода из сложившейся ситуации. Первый – вернуться к жёсткой регламентации в системе ВПО. Второй – обращаться с российской системой образования, как с самоорганизующейся, т.е. способной к прогрессивному развитию. По нашему мнению, первый путь в современном мире не приемлем, он будет удалять нас всё далее от наиболее развитых мировых образовательных систем. Второй путь требует от органов управления образованием (на всех уровнях, от министерского до вузовского) воздействовать на систему образования через «параметры порядка» взвешенным образом, приводящим к прогрессивному развитию системы образования, а не к её деструкции.

Приведём пример, иллюстрирующий, как можно решить задачу по разработке программы обучения курса общей физики в техническом вузе в современных усло-

виях. Сегодня многих приводит в недоумение, как Министерство образования и науки могло допустить, что в ФГОС отсутствует «сопряжённость стандартов бакалавриата и магистратуры, а также смежных дисциплин» [1]. Также вызывает удивление, что ФГОС 3-го поколения делают практически невозможной проверку соответствия вузовского образования требованиям ФГОС, что связано, по-видимому, с тем, что «измерение компетентностей – это сложная задача, решение которой далеко от завершения» [1]. Можно, к примеру, объявить конкурс по разработке примерных образовательных программ, в котором могут участвовать все вузы России, обучающие студентов по тому или иному направлению, а также представители бизнес-сообщества и отдельные граждане. Предполагается открытое обсуждение предложенных программ в сети Интернет всеми заинтересованными лицами, открытая оценка (с обоснованием) преимуществ и недостатков программ, выбор 1-5 лучших программ (с указанием, какая сторона сильна в той или иной программе). А в завершение этой процедуры – разрешение открытого использования всех предоставленных программ для любого пользователя (это является условием участия в конкурсе), награждение лучших программ и поощрение всех участников. По нашему мнению, предложенный способ управления процессом самоорганизации в образовании не противоречит принципам синергетики и может дать положительный эффект.

1. Качество высшего образования / Под ред. М.П. Карпенко. М.: Изд-во СГУ, 2012. 291 с.
2. Мотова Г. Гарантия качества высшего образования. – Электрон. ресурс: http://www.akvobr.ru/garantija_kachestva_vysshego_obrazovania.html
3. Мотова Г. Системы гарантии качества образования. – Электрон. ресурс: http://www.akvobr.ru/inqaahе_podhody_k_garantii_kachestva_obrazovania.html
4. Мотова Г. Результаты обучения и оценка качества результата – по-европейски. – Электрон. ресурс: http://www.akvobr.ru/ocenka_kachestva_rezultata_po_evropeiski.html
5. Новиков А.М., Новиков Д.А. Качество образования: система внутренних и внешних оценок // Народное образование, 2007, №4, с.147-156.
6. Основные тенденции развития высшего образования: глобальные и болонские измерения / Под ред. В.И. Байденко. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 352 с.
7. Численность учащейся молодёжи образовательных учреждений Российской Федерации: Среднесрочный прогноз до 2014 года и оценка тенденций до 2025 года / Под ред. Ф.Э. Шереги и А.Л. Алефьева. – М.: ЦСПиМ, 2010. – 320 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Воищев В.С., Беляев А.Н., Котарев А.В., Ларионов А.Н., Воищева О.В.
Воронеж, Россия, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
v.voischev@mail.ru

Особенностью дистанционной формы обучения является большой объем самостоятельной работы студентов. Отсутствие непосредственного контакта студента и преподавателя диктует необходимость создания специальных условий обучения, помогающих студенту более эффективно усваивать учебный материал самостоятельно.

В Воронежском государственном аграрном университете на базе электронной системы дистанционного обучения (ДО) eLearning server, размещенной на учебно-методическом портале, на протяжении нескольких лет реализуется сетевые технологии дистанционного образования по физике на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей.

Основным вопросом при разработке учебно-методических материалов для системы ДО следует считать выбор критериев, которым они должны соответствовать для достижения поставленной цели – без участия преподавателя развить у студента уровень освоения содержания дисциплины до уровня, определенного ФГОС высшего профессионального образования.

Учебно-методические материалы состоят из модулей, количество которых строго соответствует числу семестров, определенных учебным планом и рабочей программой специальности, направления, на основании чего и формируется его содержание и структура.

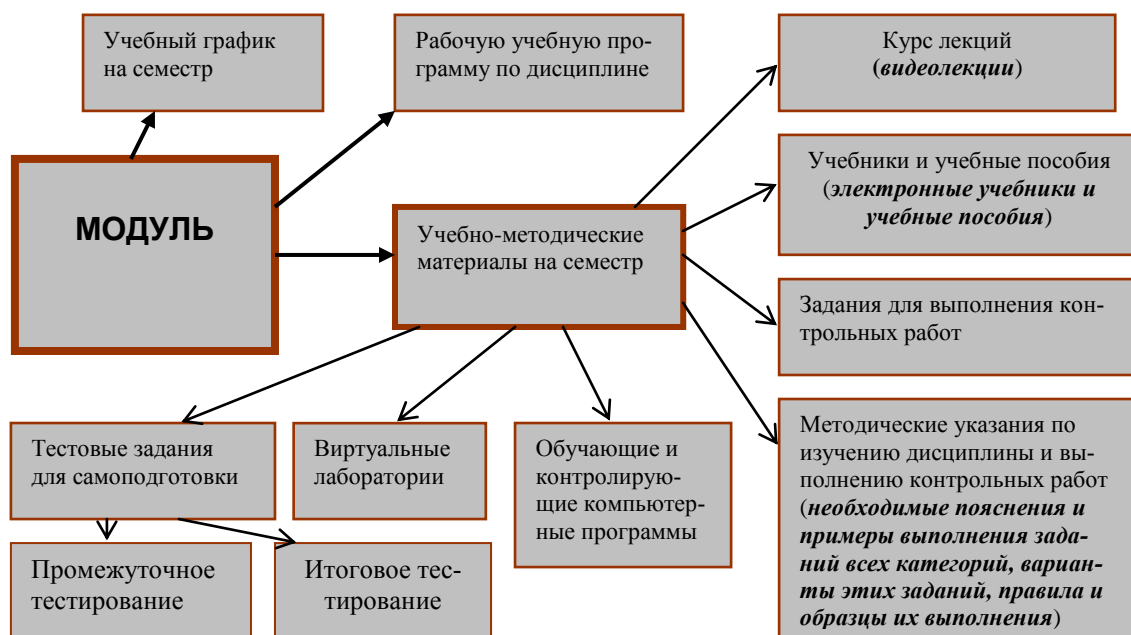


Рис.1. Структура построения модуля

Модуль имеет логическую структуру (рис. 1) и последовательность изложения материала и полностью закрывает учебный план изучения дисциплины.

Учитывая, что студенты изучают материал самостоятельно, представляется необходимым, кроме курса лекций добавление учебников и учебных пособий, где они могут найти возможные пояснения и примеры. Например, компьютерная программа “Открытая физика 2.6”, Часть 1 и 2. (ООО, “Физикон”, 2002 г.) Windows 3.1. x 95/NT.

После изучения теоретического материала студенту предлагается пройти тестирование для оценки уровня его освоения.

Практическая часть представляет собой не просто задачник, в котором приводятся решения задач из традиционных разделов курса, но и справочный материал. Для того чтобы научить студента самостоятельно решать задачи, необходимо применять обобщенные методы, общеметодологические принципы, предельно общие понятия. Такой подход связан с тем, что количество информации столь велико, что она не может быть усвоена студентами, если ее не упорядочить на какой-то основе. Изучение практического курса заканчивается написанием контрольной работы.

Наибольшая проблема для качественного дистанционного обучения физике – выполнение лабораторных работ. Применение виртуальных лабораторий решает эту задачу. Лабораторные работы разработаны на основе применения компьютерной программы «Интерактивный курс физики для использования в ВУЗах. “Открытая физика” 1.1 (ООО, “Физикон”, 2002 г.) Windows 3.1. x 95/NT». При этом, количество выполненных лабораторных работ должно быть необходимым и достаточным для изучения дисциплины и, как правило, больше, чем студенты выполняют на экзаменационных сессиях при традиционных технологиях обучения.

Электронная система дистанционного обучения eLearning server имеет специальный чат, работающий в режиме реального времени, сопровождается консультациями, включая дискуссии учащихся с другими студентами и преподавателями с помощью электронной почты.

Использование **Skype** в процессе общения «преподаватель» ↔ «студент» по схеме, показанной на рис. 2:

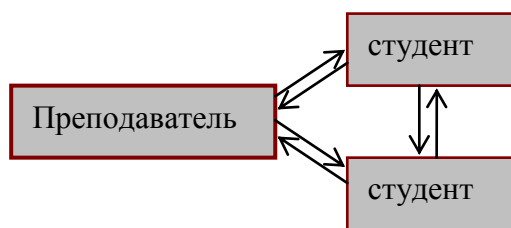


Рис. 2. Упрощенная схема общения «преподаватель» ↔ «студент»

позволяет осуществлять групповые занятия в интерактивной форме. При выполнении указанных выше видов работ студент проходит тестирование в режиме on-line. Хорошо подобранный тест помогает всесторонне оценить знания студентов по разделам курса, по всему объему курса, что иногда не удастся сделать преподавателю на экзамене. По результатам тестирования преподаватель может и должен скорректировать дальнейший процесс обучения.

В целом, как показывает практика, для многих студентов получение высшего образования с использованием дистанционных образовательных технологий при совмещении с работой, хотя и требует больших усилий и затрат времени, при

должной мотивации дает положительный результат, поскольку позволяет совмещать теорию с практической работой.

1. В.С. Воищев, А.Н. Ларионов, О.В. Воищева. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов. Часть I. «Физика» (Механика, молекулярная физика и термодинамика). ФГБОУ ВПО «Воронежский ГАУ» 2011 г. 164 С.

2. В.С. Воищев, А.Н. Ларионов, О.В. Воищева. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов. Часть II. «Физика» (Электричество и магнетизм. Волновая и квантовая оптика). Краткий конспект лекций и задачи. ФГБОУ ВПО «Воронежский ГАУ» 2011 г. 250 С.

3. В.С. Воищев. Учебно-методическое пособие для самостоятельного выполнения лабораторных работ с компьютерными моделями студентами агроинженерного факультета. Типография ФГБОУ ВПО «Воронежский ГАУ», 2011 г. 90 С.

4. В.С. Воищев, Ю.И. Кураков, А.Н. Ларионов, И.Н. Маликов, О.В. Воищева, Л.В. Ерошенко. Учебное пособие. ФГБОУ ВПО «Воронежский ГАУ» 2014 г. 333 С.

О ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОМ КОНТЕКСТЕ ЗАДАНИЙ ПО ФИЗИКЕ СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Герцен Т. А., Любимова Н. Ю.

Пермь, Россия, Пермский национальный исследовательский политехнический университет
ninalubimova@yandex.ru

Концепция дальнейшего развития образования на 2016-2020 гг., утвержденная правительством Российской Федерации (распоряжение от 29.12.2014) предусматривает, в частности, разработку комплексных проектов по модернизации технологий заочного образования, переходу к системе эффективного контакта с работодателями, привлечении их к участию в деятельности образовательных организаций.

Хотя заочное образование является сейчас неотъемлемой составной частью современной университетской системы, эта форма организации ВПО остается предметом дискуссий.

Значимость и востребованность заочной формы образования определяется, прежде всего, ее доступностью для всех социальных слоев населения, возможностью подготовки квалифицированных кадров для различных сфер общественной жизни и экономики, особенно регионального уровня. Пермский край – регион с развитой системой производства (машиностроение, горно-добывающая промышленность, химическая и другие), высоким научным, техническим и культурным потенциалом, расширяющимися международными контактами. Экономика страны и края постоянно предъявляет к уровню подготовки специалистов все новые требования, способствующие активному инновационному развитию учебных заведений. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ) является одним из ведущих вузов края, центром непрерывного образования, культуры, международного общения; занимает активную позицию в информационной и образовательной политике региона. Соответственно, повышение качества заочного образования становится для университета особенно актуальным.

Прежде всего, необходимо учитывать особенности заочной формы обучения, как положительные, так и проблемные. Студент-заочник – это взрослый самостоятельный человек, как правило, родитель, воспитатель детей, в ряде случаев уже руководитель коллектива, обладает жизненным профессиональным и социальным

опытом.

Важно, чтобы он оценивал значимость получаемых в университете знаний для развития своей личности, для решения проблем семьи, становления гражданской позиции. К достоинствам заочного образования можно отнести возможность работать параллельно с учебой, то, что нет привязки к месту учебы, нет ограничения на одновременное обучение в нескольких вузах, имеется возможность получить образование лицам, имеющим медицинские ограничения, отсутствие возрастных ограничений.

Заочное обучение объединяет в себе формы самообучения и очной формы обучения. Для него характерна цикличность: первая часть цикла отведена проведению установочных мероприятий (в основном – лекционных и консультационных), вторая часть цикла – экзаменационная сессия. При этом между этими частями имеется значительный временной интервал (до нескольких месяцев) и большая часть времени отведена для самостоятельной работы, крайне мало лабораторных и практических работ. Осложняет процесс обучения также отсутствие контакта с преподавателем и с другими студентами группы; невозможность оперативного получения консультаций, нет общения в студенческой среде, низкий уровень готовности к самостоятельной работе и самообразованию, требуются навыки самообучения, слабый текущий контроль.

Студенческая заочная группа – это люди разного возраста (до 10 лет), разного уровня школьной подготовки (некоторые не смогли в свое время по ряду причин поступить на очное отделение). И что очень важно – разные места работы – от руководителя до рабочих должностей, а также у части учащихся вид трудовой деятельности не связан с профилем обучения в вузе. Даже если название профиля обучения студента-заочника соответствует его деятельности, фактически между ними может быть заметное отличие. К сожалению, в любом случае роль естественнонаучных дисциплин представляется учащимся довольно смутно. Большие трудности связаны с прохождением этих дисциплин (у нас – физика): что-то слышали, что-то знакомое, мне физика «не дается» и т.д., зачем все это нужно? По мнению студентов, они пришли повысить квалификацию, получить профессию, и непонятно, где можно «применить физику». Они не видят для себя конкретной пользы – что мне с этими знаниями делать в своей профессии – вот типичные рассуждения студента заочника.

Поскольку физика входит в число общенаучных дисциплин, независимо от того или иного направления обучения, нам важно, чтобы учащийся в своей практической деятельности смог сам, на своем опыте, примере понять роль дисциплины.

В течении нескольких лет мы предлагаем студентам-заочникам задания, связанные с их непосредственной конкретной рабочей деятельностью (как сказал впоследствии один из студентов – «я начал на деле понимать роль физики в своей профессии»).

Задание формируется на основе следующих сведений о студенте: место работы (должность, кем работает); что делает (конкретные действия, вид деятельности); факультет (специальность). В частности, мы проводили занятия по физике для студентов электротехнического и автодорожного факультетов. Профили: АЭП - электропривод и автоматика; ЭС - электроснабжение; КТЭИ - электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника (140400.62); АСУ - автоматизированные системы обработки информации и управление (231000.62); А - автомобильный сервис (190600); СДМ - сервис транспортных и транспортно-технологических машин и

оборудования; ЗОС - инженерная защита окружающей среды (280700).

Примеры заданий:

Специальность – КТЭИ: вид работы – диагностика кабеля (дефектоскопист); задание – разобраться с применением вейвлет-анализа сигналов, отражающих структуру магнитного поля кабеля с током (использовал на практике).

Специальность – СДМ, работа – строительство дорог (рабочий), задание – собрать подробные сведения о материалах, используемых в строительстве дорог, познакомиться с исследовательскими работами в этом направлении кафедры прикладной физики (подготовлена работа к печати).

Специальность – АСУ, место работы (должность) - продавец электроники в магазине (надо заметить, что работники магазина часто оказываются слабо осведомленными о конструкциях, свойствах и т. п. товаров), задание – принцип действия и сравнение ЖК-мониторов (по просьбе студента).

По мере накопления сведений о рабочих местах студентов ПНИПУ, их интересах, перспективах стало возможным даже заранее планировать задания с учетом региональности, то есть преобладания часто встречающихся мест работы и видов деятельности в регионе.

В ряде случаев были начаты совместные исследования преподавателей кафедры с представителями производства; были случаи использования результатов выполненных заданий в дипломных работах.

Проведение консультаций в течение семестра становится при этом более эффективным – учащиеся обращаются с просьбами не только помочь решить учебные задания, но и обсудить их производственные проблемы и даже помочь в них разобраться; начинают шире использовать современные коммуникационные технологии. Оценка успеваемости формируется из трех частей: собственно типовая контрольная работа по физике, лабораторные работы, защита практико-ориентированного задания (учащиеся считают ее основной). Таким образом, при грамотной организации учебного процесса имеется возможность сочетать теорию с практикой, дополняя одно другим.

Стремление к интеграции образовательной и производственной деятельности студента-заочника и научно-педагогической деятельности преподавателя является актуальным, соответствующей потребностям экономики. Важно, что учащиеся хотят иметь представление о как можно более непосредственной реализации полученных знаний и умений, и в этом мы видим серьезный ресурс для повышения уровня заочного образования.

Задача вузов – не отменить заочное обучение, а позаботиться о его качественном наполнении, новых формах работы и контроля знаний.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТАХ И РАДИОДЕТАЛЯХ, В РАМКАХ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ ТВЁРДОГО ТЕЛА

Голубев Я.Д., Курашова С.А., Светличный П.В.
Санкт-Петербург, Россия, Университет ИТМО.
sakurashova@yandex.ru

Переход на двухуровневую систему обучения и стандарты нового поколения привёл к ограничению числа часов, отводимых на изучение курса общей физики. Курс физики твёрдого тела не является исключением. Сохранить объём изучаемого материала возможно путём перенесения части его на самостоятельное изучение при подготовке к выполнению лабораторных работ. В этом случае качество освоения материала в значительной мере зависит от ответственности и заинтересованности студентов. Постоянно получая информацию о новейших достижениях науки, студенты быстрее проявят интерес к учёбе, если будут слышать об этих же достижениях в лаборатории. Всё это убеждает в необходимости совместить подготовку по классической теории физики твёрдого тела и изучение уникальных свойств полупроводников и диэлектриков, широко используемых в современной электронике.

Закупка нового оборудования далеко не всегда возможна из-за значительной его дороговизны. Между тем для переоснащения учебной лаборатории достаточно приобрести лишь образцы для исследования: диоды, светодиоды, термо и фоторезисторы, элементы Пельтье и разработать новые задания на базе классических учебных установок. Так на кафедре физики Университета ИТМО изучая термоэлектрические свойства различных материалов, студенты используют не только классические металл, диэлектрик, собственный и примесный полупроводники, но и NTC терморезисторы на основе кобальто-марганцевых, медно-кобальто-марганцевых и никель-кобальто-марганцевых оксидных полупроводников, и PTC терморезисторы изготовленные из твёрдых растворов на основе $Va Ti O_3$. Это даёт возможность обсудить со студентами не только термоэлектрические свойства полупроводников, но и характеристики их смесей, применяемых для изготовления NTC резисторов (1), изучить на простых примерах свойства твёрдых растворов и особенности фазовых переходов в сегнетоэлектриках (2), позволяет студентам познакомиться с простыми и надёжными средствами термоэлектронной защиты.

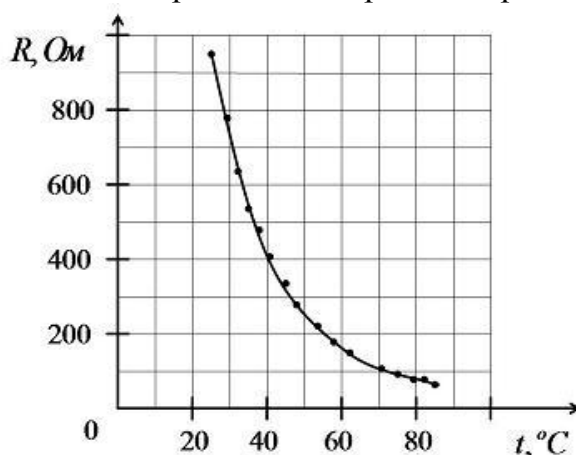


Рис. 1. Зависимость сопротивления NTC-резистора от температуры. Область рассеяния на ионных примесях

На рис 1. показана зависимость сопротивления NTC резистора В57164-К 102-Ж А40 (1000 Ом при 20 °С) от температуры, на рис 2. Этот же график построен в полулогарифмическом масштабе, видно, что с достаточно хорошей степенью точности зависимость является линейной. Эта зависимость объясняется ростом подвижности носителей с ростом температуры в области рассеяния на ионных примесях, но зачастую именно такие образцы используются крупнейшими производителями лабораторного оборудования для классической лабораторной работы по определению ширины запрещённой зоны собственного полупроводника по термоэлектрическим характеристикам.

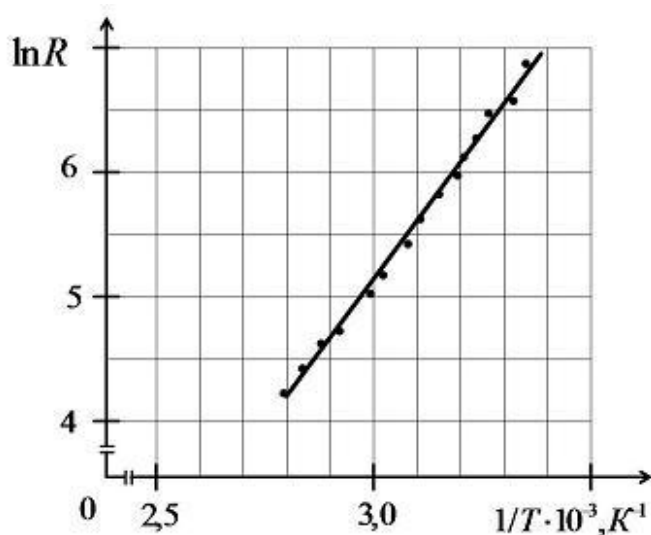


Рис. 2. Зависимость сопротивления NTC-резистора от температуры, полулогарифмический масштаб

На рис 3. Показана зависимость сопротивления PTC резистора В59901-Д90-А40 (100 Ом при 25 °С) от температуры. Размер зерна Ва Тi О₃ подобран таким образом, чтобы фазовый переход происходил при 90 °С. Студентам предлагается вычислить зависимость температурного коэффициента элемента от температуры.

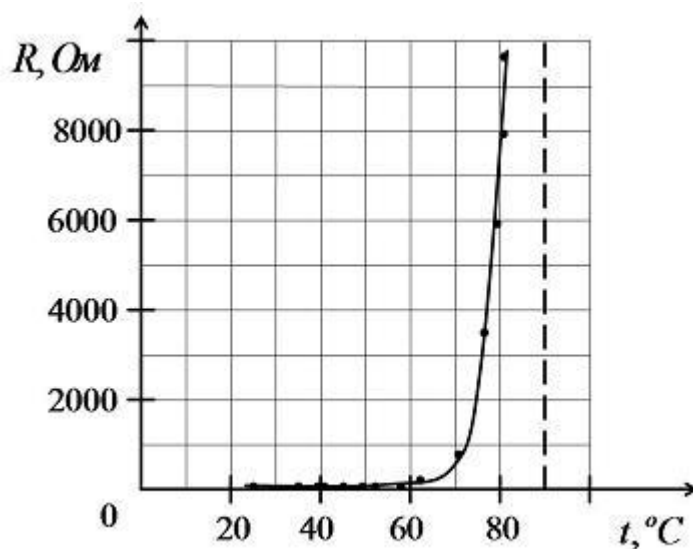


Рис. 3. Зависимость сопротивления PTC-резистора от температуры

При изучении эффектов Зеебека и Пельтье в металлах и полупроводниках используются элементы Пельтье, нашедшие широкое применение в качестве охладителей в том числе и в компьютерной технике. Кроме того во время лабораторных занятий студенты могут самостоятельно сварить и отградуировать термопару, смонтировать простейшие схемы. Параллельно с изучением классических свойств р-п перехода при исследовании вольт-амперной характеристики светодиода и определении энергии активации студенты получают информацию о разработке перспективных источников света.

В качестве образцов хорошо зарекомендовала себя продукция компаний EPCOS, JOYIN, EXCELITAS и Алмаз.

Обучение в национальном исследовательском университете предполагает участие студентов в научной работе выпускающей кафедры даже на младших курсах. Здесь потребуется не только теоретическая подготовка, но и умение хорошо ориентироваться в современной элементной базе, информация о ведущих фирмах-производителях и особенностях их продукции. Наверняка пригодятся студентам и знания о правилах эксплуатации радиоэлементов, обусловленные свойствами их материалов и технологиями изготовления.

Таким образом, модернизация учебной лаборатории не требует существенных материальных затрат, но позволяет значительно повысить качество обучения и эффективнее использовать отводимое для занятий время.

1. Ф. Блатт Физика электронной проводимости в твёрдых телах.// Москва. 2006.

2. Брусенцов Ю.А., Минаев А.Н. Основы физики и технологии оксидных полупроводников // Тамбов.: издательство ТГТУ, 2002.

РОЛЬ ФИЛИАЛОВ КАФЕДР В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Гольдаде В.А.¹, Мышковец В.Н.¹, Семченко А.В.¹, Колос В.В.², Турцевич А.С.³

¹Гомель, Беларусь, государственное учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,

²Минск, Беларусь, ОАО «ИНТЕГРАЛ»-управляющая компания холдинга
ОАО «ИНТЕГРАЛ»

³Минск, Беларусь, Министерство промышленности Республики Беларусь
semchenko@gsu.by

В настоящее время в Гомельском государственном университете имени Франциска Скорины, как и во многих белорусских вузах, ведется опережающая подготовка кадров по специальностям микро- и нанoeлектроники, нанотехнологий. Это связано с предполагаемым ускоренным развитием данных отраслей в инновационной экономике страны.

Твердотельная электроника, микроэлектроника и нанoeлектроника – области науки, занимающиеся изучением физических и химических процессов в полупроводниках, тонких слоях и пленках твердого тела и на их границах раздела с нижележащими слоями, микровакуумном промежутке; принципов схемотехнического построения приборов микро-, опто- и нанoeлектроники; научных и физических основ технологии изготовления интегральных микросхем, устройств функциональной, опто- и нанoeлектроники и их структурных элементов, включая исследования по влиянию внешних воздействий на качество структурных элементов и приборов

в целом; разработкой методов и средств контроля технологии и электропараметров создаваемых полупроводниковых приборов и интегральных схем. Это привело к тому, что электронная промышленность является одной из наиболее наукоемких отраслей промышленного комплекса Республики Беларусь. Особое внимание уделяется развитию следующих направлений:

- физические, физико-химические и химические явления и процессы, являющиеся основой твердотельных приборов, интегральных микросхем, приборов функциональной, опто-, крио- и наноэлектроники;
- исследование и разработка новых материалов многослойных пленочных структур, гомо- и гетероструктур с квантовым ограничением, включая научные основы технологии их получения, способы обработки и методы измерений их параметров;
- разработка схемотехнических решений для построения микросхем различного функционального назначения, создаваемых с использованием различных технологий: биполярной, КМОП, БиКМОП, МОП и других технологий;
- исследование и разработка процессов выращивания и нанесения тонкопленочных материалов полупроводников, проводников и диэлектриков;
- исследование изменений структуры, фазового состава и электрофизических свойств полупроводников, диэлектриков и тонкопленочных материалов при физической и физико-химической обработках, включая обработки фотонными, электронными, ионными и ионно-плазменными пучками и их комбинациями для создания приборов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники;
- исследование и разработка методов измерения и контроля параметров интегральных схем, записи и отображения информации;
- разработка микроэлектронных устройств на основе управления и модуляции потока заряженных частиц в микровакуумных промежутках;
- исследование и разработка процессов сборки и испытания приборов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники.

В этой связи остро встает вопрос о подготовке кадров высшей квалификации для предприятий и организаций электронной промышленности в Республике Беларусь по указанным выше специальностям.

Важным направлением повышения качества практической подготовки является создание на предприятиях с высокотехнологичным производством учебно-научно-производственных комплексов и филиалов кафедр вузов.

Гомельский государственный университет в 2010 году открыл филиал кафедры радиофизики и электроники на ОАО «ИНТЕГРАЛ»-управляющей компании холдинга ОАО «ИНТЕГРАЛ».

Основными задачами филиала кафедры являются:

- укрепление связей вуза с производством и создание необходимых условий для подготовки квалифицированных специалистов по специальностям кафедры радиофизики и электроники посредством соединения в образовательном процессе теоретической подготовки с практической деятельностью в ОАО «ИНТЕГРАЛ»;
- усиление практической направленности подготовки специалистов в целях удовлетворения потребностей предприятий и организаций региона и Республики Беларусь;
- повышение профессионального уровня профессорско-преподавательского состава кафедры радиофизики и электроники в ОАО «ИНТЕГРАЛ»;

- создание условий для подготовки квалифицированных специалистов по специальностям «Физическая электроника», «Физика (производственная деятельность)», «Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства)», «Электронные системы безопасности» посредством соединения в учебном процессе теоретической подготовки с научно-практической деятельностью ОАО «ИНТЕГРАЛ» в соответствии с базовым планом специальностей;

- организация и проведение учебно-вычислительной, учебно-ознакомительной, производственной, производственной по специализации и преддипломной практик студентов на базе ОАО «ИНТЕГРАЛ».

- организация и проведение совместных фундаментальных и прикладных научных исследований, подготовка совместных научных, научно-методических и учебно-методических изданий.

Филиал кафедры также участвует в реализации творческих связей кафедры радиофизики и электроники по направлениям своей деятельности с кафедрами других отечественных и зарубежных вузов и предприятиями Республики Беларусь посредством проведения совместных научных и прикладных исследований, участия в республиканских и международных конференциях.

Наличие филиалов кафедр даст возможность выпускникам вузов приобрести навыки работы на новейшем оборудовании, сократить срок их адаптации на производстве. Выпускники физического факультета, распределенные на ОАО «ИНТЕГРАЛ», успешно трудятся на производстве, многие успешно продвигаются по служебной лестнице.

Таким образом, создание филиалов кафедр на производстве является важной задачей для последующей профессиональной адаптации выпускников на предприятиях.

ИЗУЧЕНИЕ СИЛЬНО ВЫРОЖДЕННЫХ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Гольдман В.М., Новоселов В.И.

Тобольск, Россия, филиал «Тобольский индустриальный институт»
ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»
goldmanvm@yandex.ru, vivnovoselov@yandex.ru

Уровневое высшее образование, реализуемое в России, предполагает дифференцированную подготовку выпускников, способных компетентно выполнять виды деятельности, регламентированные федеральным государственным образовательным стандартом. Оно требует усиления направленности образовательного процесса на студента, в частности, фундаментальной подготовки студентов, получающих техническое образование. Одной из дисциплин, выполняющих эту задачу, является физика. Необходимо использовать такие методики и методы, которые бы позволяли оптимизировать учебный процесс при том большом фактуальном объеме материала, который должен освоить студент. Рассмотрим, как это можно сделать на примере изучения термодинамических систем.

В [1] нами предложено изучать термодинамику и молекулярную физику в рамках основанного на общем распределении Гиббса курса «Статистическая термодинамика», а в [2] рассмотрен относительно элементарный способ получения из

распределения Гиббса функций распределения для идеальных газов, как классического, так и квантовых. Однако, получение термодинамических соотношений (уравнений состояния, выражений для теплоемкостей и других) в случае квантовых газов требует вычисления интегралов вида

$$\int_0^{\infty} \frac{f(\varepsilon) d\varepsilon}{\exp\left(\frac{\varepsilon - \mu(T)}{kT}\right) \pm 1},$$

где ε - одночастичная энергия, а μ - химический потенциал газа. В общем случае такие интегралы могут быть вычислены только численно. Получение аналитических выражений для этих интегралов даже в случае сильно вырожденных газов требует сложных и специфических математических методов [3]. Однако при изучении физики важно сформировать у студента умение анализировать ситуацию (явление) используя соответствующие модели и применяя разные по степени трудоемкости и общности методы. Исходя из этих предпосылок, нами предлагается метод непосредственного получения для сильно вырожденных идеальных газов приближенных аналитических уравнений состояния для давления, внутренней энергии, энтропии (в качестве объекта выбран ферми-газ).

Газ считается вырожденным, если в его термодинамических свойствах проявляются квантовые свойства частиц этого газа. Общее распределение Ферми-Дирака по одночастичным состояниям и одночастичным энергиям имеет вид соответственно

$$\langle N(\psi) \rangle = \frac{1}{\exp\left(\frac{\varepsilon(\psi) - \mu(T)}{kT}\right) + 1} \quad \text{и} \quad \langle N(\varepsilon) \rangle = \frac{g(\varepsilon)}{\exp\left(\frac{\varepsilon - \mu(T)}{kT}\right) + 1}.$$

Для полностью вырожденного газа (то есть, при абсолютном нуле температур) эти соотношения принимают вид

$$\langle N(\psi) \rangle = \begin{cases} 1, & \text{при } \varepsilon \leq \varepsilon_F \\ 0, & \text{при } \varepsilon > \varepsilon_F \end{cases} \quad \text{и} \quad \langle N(\varepsilon) \rangle = \begin{cases} g(\varepsilon), & \text{при } \varepsilon \leq \varepsilon_F \\ 0, & \text{при } \varepsilon > \varepsilon_F \end{cases},$$

где $g(\varepsilon)$ – кратность вырождения энергетического уровня, $\varepsilon_F \equiv \mu(0)$ – энергия Ферми. Для газа бесструктурных или с замороженными внутренними степенями свободы («элементарных») частиц, для которых вырождение энергетического уровня обусловлено только спиновыми степенями свободы, кратность вырождения всех уровней равна

$$g(\varepsilon) = \text{const} \equiv g = \begin{cases} 2s + 1, & \text{если } m \neq 0 \\ 2s, & \text{если } m = 0 \end{cases},$$

где m - масса частиц газа.

Затем осуществляется переход к непрерывному спектру. Удобно это сделать для газа бесструктурных частиц (пространственные степени у них являются чисто поступательными, а, значит, в силу макроскопичности систем, неквантованными (квазиклассическими)). Для такой термодинамической системы среднее число частиц с параметрами \vec{r}, \vec{p} , лежащими в физически бесконечно малом объеме $dV d^3p$ одночастичного фазового пространства, равно

$$dN(\vec{r}, \vec{p}) = \sum_{\psi \in dV d^3p} g \langle N(\psi) \rangle = g \sum_{\psi \in dV d^3p} \langle N(\psi) \rangle,$$

где явно учтено вырождение по проекциям спина. Далее необходимо получить выражение для распределения частиц по энергиям, так как в пределах объема $dV d^3p$ все состояния можно считать одинаковыми, то интегрируя по объему V , а затем по направлениям импульсов, получим распределение по энергиям

$$dN(\varepsilon) = \frac{4\pi gV [p(\varepsilon)]^2 \left(\frac{dp}{d\varepsilon}\right) d\varepsilon}{h^3} \langle N(\psi) \rangle. \quad (1)$$

Если в соотношении (1) использовать общерелятивистское выражение для энергии $\varepsilon^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2$, то оно получится очень громоздким. При изучении физики в вузе достаточно рассмотреть предельные случаи нерелятивистских и ультрарелятивистских (в частности, безмассовых) частиц, для которых $\varepsilon = p^2/2m$ и $\varepsilon = pc$ соответственно. При этом из (1) получим

$$dN(\varepsilon) = \begin{cases} \frac{2\pi gV [2m]^{3/2} \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon}{h^3} \langle N(\psi) \rangle, & \text{нерелятивистский предел} \\ \frac{4\pi gV \varepsilon^2 d\varepsilon}{c^3 h^3} \langle N(\psi) \rangle, & \text{ультрарелятивистский предел.} \end{cases} \quad (2)$$

Зная распределение частиц по энергиям, затем получаем выражение для внутренней энергии

$$U = \int_0^\infty \varepsilon dN(\varepsilon) = \begin{cases} \int_0^\infty \frac{2\pi gV [2m\varepsilon]^{3/2} d\varepsilon}{h^3} \langle N(\varepsilon) \rangle, & \text{нерелятивистский предел} \\ \int_0^\infty \frac{4\pi gV \varepsilon^3 d\varepsilon}{c^3 h^3} \langle N(\varepsilon) \rangle, & \text{ультрарелятивистский предел.} \end{cases}$$

Для полностью вырожденного ферми-газа, ограничиваясь нерелятивистским пределом распределения частиц по энергиям (2) и условием нормировки

$$N = \int_0^{\varepsilon_F} \frac{2\pi gV [2m]^{3/2} \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon}{h^3} = \frac{4\pi gV [2m]^{3/2} \varepsilon_F^{3/2}}{3h^3},$$

находим внутреннюю энергию газа

$$U_0 = \int_0^{\varepsilon_F} \frac{2\pi gV [2m\varepsilon]^{3/2} d\varepsilon}{h^3} = \frac{2}{5} \frac{2\pi gV [2m]^{3/2} \varepsilon_F^{5/2}}{h^3}.$$

Выражение для внутренней энергии удобно представить в виде

$$U_0 = \frac{3}{5} N \varepsilon_F = \frac{3h^2}{10m} \left(\frac{3}{4\pi g}\right)^{2/3} N^{5/3} V^{-2/3}. \quad (3)$$

Отсюда следует, что средняя энергия частиц газа равна

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{3}{5} \varepsilon_F.$$

Наконец, для получения выражения для давления воспользуемся термодинамическим равенством

$$dU = TdS - PdV + \mu dN,$$

которое при $T = 0$ будет иметь вид

$$dU_0 = -P_0 dV + \mu_0 dN,$$

откуда следует, что

$$P_0 = - \left(\frac{\partial U_0}{\partial V} \right)_N.$$

Выполнив операцию дифференцирования и учитывая (3), получим термическое уравнение состояния

$$P_0 = \frac{h^2}{5m} \left(\frac{3}{4\pi g} \right)^{2/3} N^{5/3} V^{-5/3} = \frac{h^2}{5m} \left(\frac{3}{4\pi g} \right)^{2/3} n^{5/3} = \frac{2}{5} \varepsilon_F n. \quad (4)$$

Очевидно, это уравнение можно переписать в виде

$$P_0 V^{5/3} = \text{const}.$$

Из обоих соотношений видно наличие у полностью вырожденного ферми-газа упругости, обусловленной принципом Паули для этих частиц, а не их тепловым движением. Кроме того, из (3) и (4) вытекает, что, как и у классического идеального газа,

$$P_0 V = \frac{2}{3} U_0.$$

Мы считаем, что предложенный нами метод рассмотрения сильно вырожденного ферми-газа при изучении физики в технических вузах продуктивным, тем более при том ограниченном числе часов, которое отводится на эту дисциплину, и том обширном материале, который должен освоить студент в соответствии с программой по данной дисциплине. Хотя метод и приближенный, но дает достаточно хорошие результаты, отличающиеся от точных лишь безразмерными коэффициентами, численное значение которых порядка единицы. Естественно, с точки зрения строгости необходимо использовать подход, рассматриваемый в [3] (или в других курсах теоретической физики), а также в некоторых курсах общей физики для физических направлений подготовки.

1. Гольдман В.М., Новоселов В.И. Структура и содержание основных понятий дисциплины «Статистическая термодинамика» с позиций достижений современной физики и физического образования [Текст] / В.М.Гольдман, В.И.Новоселов // Физическое образование в вузах. Т. 18, №1. 2012.– С. 12-20.

2. Гольдман В.М., Новоселов В.И. Идеальные газы в физических теориях [Текст] / В.М.Гольдман, В.И.Новоселов // Материалы XIII Международной научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». – Часть 2. – Москва: Изд-во МПГИ, 2014. – С. 107-111.

3. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика. Часть 1. [Текст] / Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц – М.: Наука, 1976. – 583с.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ ПИЛОТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Громова Н.Ю., Глухов В.П.

Ульяновск, Российская Федерация, Ульяновское высшее авиационное училище
гражданской авиации (институт)
natagrom@rambler.ru

Актуальнейшей задачей деятельности преподавательского состава любого вуза является повышение эффективности обучения. Одним из действенных путей решения этой задачи следует признать интенсификацию образовательного процесса, тесно связанную с осуществлением дидактической концепции развивающего обучения, а также с выявлением резервов интеллектуального развития обучаемых и исследованием путей реализации этих резервов.

Под анализом (мониторингом) качества образования понимается комплексное функционирование специальной системы, предназначенной для наблюдения, изме-

рения, оценки, анализа и прогноза в сфере качества образования (как результата, как процесса, как образовательной системы, как совокупности её актуальных внутренних и внешних связей) [1-3].

В связи с этим нам показалось интересным и полезным собрать, систематизировать и проанализировать информацию о том, каким является начальный уровень знаний по физике будущих пилотов и насколько он соответствует оценке ЕГЭ, каким образом изменяется индивидуальный и общий уровень их подготовки в течение первого года обучения в Ульяновском высшем авиационном училище гражданской авиации (УВАУ ГА(И)), а также насколько различаются оценки качества физического образования курсантов на отдельных этапах изучения этой дисциплины. Результаты этого исследования помогут преподавателю выстроить наиболее рациональную схему изложения учебного материала на соответствующем уровне, существенным образом учитывающую индивидуальные и групповые особенности обучаемого контингента, позволят выбрать оптимальные формы текущего, рубежного и итогового контроля знаний, умений, навыков курсантов по физике.

Ограничимся рассмотрением только лишь одного аспекта мониторинга качества знаний, а именно: успеваемостью на разных ступенях образовательного процесса.

Наше мониторинговое обследование включает в себя:

- сбор и обработку данных о школьных оценках будущих пилотов;
- проведение входного контроля знаний, умений, навыков первокурсников по физике и сравнение полученных оценок со школьными результатами;
- промежуточную аттестацию курсантов по физике.

При анализе были использованы формулы, приведенные в работе [4].

Известно, что если величины X и Y независимы, то коэффициент корреляции $r_{XY} = 0$, если $r_{XY} = \pm 1$, то X и Y связаны линейной функциональной зависимостью. Отсюда следует, что коэффициент корреляции r_{XY} измеряет силу (тесноту) линейной связи между X и Y .

Коэффициент корреляции вычисляется по формуле

$$r_{XY} = \frac{M(XY) - M(X)M(Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)} \quad (1)$$

В процессе эксперимента мы провели двукратный мониторинг, результаты которого приведены в таблице 1.

(Графа 2 заполнена в соответствии с [5])

Приведем некоторые комментарии к последней таблице.

Границы интервалов, определяющих оценки «2», «3», «4», «5» седьмого столбца берутся условно, но примерно соответствуют ранее предъявляемым требованиям к уровню знаний школьников.

Если обозначить через A школьную оценку школьного выпускника 2013 года, выраженную по 100-балльной шкале, то математическое ожидание (т.е. средняя школьная оценка), окажется равным $M(A) = 48,7$; если же обозначить через B школьную оценку курсанта, поступившего в Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), то $M(B) = 71,2$; если же обозначить через C оценку входного контроля, то $M(C) = 38,4$; и, наконец, если обозначить традиционную оценку курсанта, по результатам сдачи первого экзамена в вузе по физике, то получится, что $M(D) = 3,18$. Тогда корреляционные моменты величин B и C равны 2848,013; величин B и D - 230,407; величин C и D - 128,667.

Таблица 1. Итоги эксперимента

Интервалы (баллы)	Итоги ЕГЭ в РФ (в %)	Итоги ЕГЭ в УВАУ ГА (И), 1 курс, пилоты (2013 г.)		Входной кон- троль. 1 курс, пилоты (2013 г.)		Итоги летней сессии 2013- 14 уч. года, 1 курс, пилоты		
		Кол-во	%	Кол-во	%	Оценка	Кол-во	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 - 10	3,5	0	0	20	12,3	«2»	27	16,6
11 - 20	2,7	0	0	18	11,0			
21 - 30	10,5	0	0	30	18,4			
31 - 40	18,6	0	0	27	16,6	«3»	92	56,4
41 - 50	13	7	4,3	26	20,0			
51 - 60	26,4	16	9,8	17	10,4			
61 - 70	17,3	52	31,9	15	9,2	«4»	30	18,4
71 - 80	5,1	56	34,4	6	3,7			
81 - 90	2,2	24	14,7	3	1,8			
91 - 100	0,7	8	4,9	1	0,6	«5»	14	8,6
Средний балл	48,7	71,2		38,4		3,18		

Кроме того, дисперсии $D(X)$, вычисленные по формуле

$$D(X) = M(X^2) - [M(X)]^2, \quad (2)$$

где X принимает последовательно значения B, C, D оказались равными соответственно 111,19, 441,82 и 0,635. Тогда, средние квадратические отклонения, вычисленные по формуле:

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}, \quad (3)$$

оказались равными $\sigma(B) = 10,54$, $\sigma(C) = 21,02$, $\sigma(D) = 0,797$.

Подставляя полученные числовые характеристики в формулу (1), вычислим коэффициенты корреляции $r_{BC} = 0,51$, $r_{BD} = 0,51$, $r_{CD} = 0,39$.

Отметим, что все вычисления производились, используя выборку из 163 курсантов, хотя на курсе их более 200 человек (в выборку не включены граждане иностранных государств, некоторые курсанты не участвовали во входном контроле по целому ряду причин).

В ходе проведения педагогического эксперимента по введению входного контроля остаточных знаний школьной физики были обнаружены у значительной части курсантов существенные недостатки в их школьной подготовке по данному предмету.

Сравнивая, например, средний балл поступивших на 1 курс по специальности: «Организация летной работы» по результатам ЕГЭ (71,2 балла) и входного контроля по физике (38,4 балла) видим их существенное различие, что вызвано некоторыми объективными причинами: например, к ЕГЭ школьники целенаправленно готовились, а к входному контролю нет.

Из вышесказанного следует, что несмотря на кажущиеся значительные различия в оценивании знаний, умений и навыков школьников и обучающихся в высшем учебном заведении, просматривается определенная связь между ними. Более того, связь между ЕГЭ и входным контролем, ЕГЭ и результатами первой сессии оказалась более тесной по сравнению с входным контролем и первой сессией. Исследование и анализ этой связи позволяют сделать следующие выводы:

- результаты ЕГЭ заслуживают доверия, несмотря на то, что они несколько завышены;

- результаты входного контроля и первой экзаменационной сессии в вузе несколько занижены, что, по-видимому, вызвано отсутствием устойчивых навыков самостоятельной работы, нерациональным планированием своего рабочего времени, сложностями адаптационного периода и сменой стиля жизни курсантов;

- значительная часть курсантов 1 курса, отмеченной ранее специальности, нуждается в дополнительной подготовке по школьному курсу физики.

-необходимо создание коррекционного курса, для адаптации и подготовки курсантов к вузовскому курсу физики.

1. Селезнева Н.А. Качество высшего образования как объект системного исследования. Лекция-доклад. Изд. 2-е, дополненное. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2002.

2. Долженко О.В., Шатуновский В.Л. Современные методы и технологии обучения в техническом вузе. – М.: Высшая школа, 1990.

3. Качество высшего образования / Под ред. М.П. Карпенко. М.: Изд-во СГУ, 2012. 291 с.

4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов/ В.Е. Гмурман.- 11-е издание переработанное, М.: Высшее образование, 2008, - 404 с.

5. Статистика ЕГЭ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: 4 ege. Ru|analitika| 4218 – vsya – statistika – po – ege – 2013. html. - Загл. с экрана

ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Гурьянов А.М.

Самара, Россия, Самарский государственный архитектурно-строительный
университет
gurjanovam@mail.ru

Физика играет основополагающую роль при подготовке специалистов инженерных специальностей (в частности, строительных). При переходе к подготовке бакалавров по направлению «Строительство» и другим количество часов, отводимых на изучение общей физики, ощутимо сокращается. Уменьшается доля аудиторных занятий, значительная часть материала переносится на самостоятельную работу. Поэтому сложившиеся традиционные подходы к проведению физического лабораторного практикума требуют существенной корректировки.

Для того чтобы за меньшее количество отводимого времени можно было решить поставленные перед лабораторным практикумом задачи, лабораторные работы должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Лабораторные работы должны наглядно и конкретно демонстрировать (иллюстрировать) изучаемые физические явления.

2. Лабораторные установки должны позволять проводить цикл измерений за минимально короткий промежуток времени.

3. Должны быть сведены к минимуму различного рода манипуляции по регулированию и настройке лабораторной установки. В то же время, выполнение лабораторной работы не должно сводиться к простому нажиманию кнопок. Действия студента должны носить осмысленный характер.

4. У студента должна иметься возможность самостоятельной подготовки к выполнению лабораторной работы: как ознакомление с теоретическими основами

изучаемых физических явлений, так и с работой измерительной установки.

5. Студент должен иметь возможность оперативно обработать результаты измерений и подготовить отчет по лабораторной работе, провести анализ полученных результатов.

На наш взгляд эти требования можно выполнить, если объединить в единый комплекс все стадии выполнения каждой конкретной лабораторной работы: подготовка к работе, проведение измерений, оформление отчета. Такое объединение возможно на основе применения разрабатываемых в соответствии с перечисленными требованиями электронных пособий (программных продуктов, желательно, с элементами мультимедиа).

На кафедре физики Самарского государственного архитектурно-строительного университета разрабатывается и проходит стадию апробации лабораторный физический практикум для студентов-бакалавров инженерных (строительных) направлений подготовки.

Отобраны по тематике наиболее актуальные для студентов строительных специальностей лабораторные работы, имеющие общезначимую физическую значимость. Предпочтение отдано тем работам, которые наиболее просто и наглядно демонстрируют изучаемые физические явления или законы. Акцент делается не на технику проведения измерений, а на анализ полученных результатов и четкое их понимание.

Лабораторные установки выполнены таким образом, чтобы в процессе измерений студент мог визуально контролировать свои действия и получаемый результат. Время, необходимое для проведения полного цикла измерений, не превышает 30 минут. Причем за указанный промежуток времени студент должен выполнить от 10 до 50 измерений, что позволяет в дальнейшем провести полноценную обработку результатов измерений.

По каждой лабораторной работе разрабатывается электронное пособие, которое также имеет аналог (до некоторой степени) на бумажном носителе.

Электронное пособие представляет собой программный продукт, позволяющий в стандартном оконном режиме выбирать необходимый этап или элемент выполнения лабораторной работы.

Использование электронного пособия может осуществляться по любому из следующих выбираемых сценариев:

1. Изучение теоретических основ, как самой лабораторной работы, так и рассматриваемых физических явлений. При этом наличие разветвленной системы ссылок (ссылок), а также обязательный полный глоссарий, позволяют иметь (и оперативно им пользоваться) практически весь необходимый при подготовке к лабораторной работе теоретический материал.

2. Ознакомление с описанием лабораторной установки и порядка выполнения лабораторной работы.

3. Ознакомление как с элементами общей теории обработки результатов измерений, так и с обработкой результатов измерений при выполнении данной лабораторной работы.

4. Выполнение тестового задания, позволяющего оценить степень готовности студента к выполнению лабораторной работы.

5. Проведение компьютерного эксперимента, полностью соответствующего работе на реальной лабораторной установке, что позволяет студенту еще до проведения эксперимента ознакомиться с работой экспериментальной установки, оценить влияние задаваемых параметров на результаты измерений.

6. Ввод результатов измерений для проведения необходимых расчетов, как измеряемых физических величин, так и их погрешностей.

7. Проведение расчетов и визуализация полученных результатов.

8. Формирование отчета по результатам выполнения лабораторной работы (с возможностью его распечатки на бумажном носителе).

Опыт проведения лабораторных занятий со студентами-бакалаврами подтверждает эффективность приведенного подхода.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРАТИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В СТРОИТЕЛЬНОМ ВУЗЕ

Гурьянов А.М.¹, Лебедев В.Т.², Лебедев В.М.²

¹Самара, Россия, Самарский государственный архитектурно-строительный университет

²Гатчина, Россия, Петербургский институт ядерной физики
gurjanovam@mail.ru

Одним из основных функциональных строительных материалов является цемент и композиции на его основе. Цемент – минеральное вяжущее вещество, которое в присутствии воды при твердении приобретает высокую прочность. Получающиеся из цементных минералов и воды твёрдые соединения (цементный камень и композиции на его основе) являются водостойкими.

Гидратация цемента – химическая реакция клинкерных составляющих цемента с водой. В ходе гидратации безводные клинкерные минералы превращаются в соответствующие кристаллогидраты (гидросиликаты, гидроалюминаты и гидроферриты кальция), которые заполняют первоначально занятый цементом и водой объём плотным наслоением гелевых частиц. Первоначально пластичный, цементный клей превращается в цементный камень, представляющий собой сложный гелеобразный каркас из наночастиц.

На скорость процессов гидратации и конечные свойства гидратированных цементных композиций влияют размеры цементных зерен (тонкость помола), минералогический состав клинкера, водоцементное отношение, температура твердения. Немалую роль при этом играют вводимые добавки.

Все вышесказанное говорит о сложности и многогранности процесса формирования цементного камня и трудности его описания как химического или физического процесса. Для понимания рассматриваемого процесса важно иметь представление о структурных изменениях, происходящих на наноуровне в процессе гидратации и наноструктурной организации получаемого материала.

В настоящее время проведение научных исследований в области строительного материаловедения, а также осуществление образовательного процесса подготовки инженеров-строителей невозможно представить без применения современных физических методов исследования: электронно-лучевой и рентгеновской микроскопии, электронной и атомно-силовой сканирующей зондовой микроскопии.

Одним из важных физических методов исследования наноструктурированного состояния вещества также является метод малоуглового рассеяния нейтронов. Несмотря на сложность, данный метод уже давно опробован для исследования струк-

туры различных материалов на наноуровне.

Методом малоуглового рассеяния нейтронов проводились исследования структуры образцов цементных композиций и динамики структурных изменений в зависимости от времени в процессе гидратации.

Измерения проводились на дифрактометре «Мембрана-2», установленном на реакторе ВВР-М Петербургского института ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН. Длина волны нейтронов $\lambda = 0,3$ нм при ширине линии $\Delta\lambda/\lambda = 0,3$. Диапазон регистрируемых передаваемых импульсов $q = (4\pi/\lambda)\sin(\theta/2)$ распределялся в пределах от $0,03 \text{ нм}^{-1}$ до $0,8 \text{ нм}^{-1}$. Рассеянные на образцах нейтроны регистрировались 41-канальным ^3He -счетчиком в интервале углов $-2^\circ \leq \theta \leq +2^\circ$. Образец исследуемого материала помещался в мишенное устройство, представляющее собой полость в кадмиевой пластине толщиной 2 мм и общей площадью 260 мм^2 . Объем полости $0,52 \text{ см}^3$.

Сечения рассеяния $\sigma(q) = d\sigma/d\Omega$, отнесенные к единице объема исследуемого вещества и к единичному телесному углу, как функции переданного нейтронного импульса q , получались из экспериментальных спектров с учетом фона и вклада прошедшего через образец пучка нейтронов без взаимодействия с ним (трансмиссии) при нормировке данных на интенсивность рассеяния для стандартного образца с известным сечением (1 мм H_2O).

Для системы идентичных рассеивающих объектов экспериментально определяемая интенсивность рассеяния представляет собой усредненную по всем направлениям интенсивность рассеяния одной частицей и в борновском приближении является Фурье-образом рассеивающей структуры. Это позволяет определить ряд структурных характеристик рассеивающих объектов: корреляционную функцию $\chi(R)$, как усредненную самосвертку рассеивающей плотности $\rho(R)$ в частицах, а также функцию распределения по расстояниям $G(R)$. Эти функции связаны как с формой частиц (они количественно описывают набор отрезков, соединяющих элементы объема частицы), так и с распределением внутричастичных неоднородностей.

Из полученных экспериментальных данных для сечений рассеяния нейтронов с помощью программного комплекса ATSAS 2.3 Фурье-преобразованием восстанавливались распределения рассеивающих объектов по объему образцов.

Во всех проведенных экспериментах прослеживалась степенная зависимость сечений рассеяния $\sigma \sim q^{-n}$, что является характерным для фрактальных структур. Для области малых значений передаваемых импульсов, соответствующих большим расстояниям, $n = D$, а для области, соответствующей малым расстояниям, $n = 6 - D_s$, где D и D_s – размерности объемного и поверхностного фракталов соответственно. В нашем случае фрактальные размерности D и D_s оказались приблизительно равными, то есть исследуемые цементные композиции образованы из фрактальных кластеров.

Отдельные элементы проведенных и продолжающихся исследований могут стать составной частью образовательного процесса подготовки инженеров-строителей, придавая ему современный облик, приобщая студентов к современным представлениям о формировании строительных материалов. Этому может способствовать большой накопленный экспериментальный материал, ясная физическая модель и доступная теория метода малоуглового рассеяния нейтронов.

Достижению этой же цели способствует созданный в Петербургском институте ядерной физики мультимедийный учебно-научный комплекс (УНК) для выпол-

нения работ на станциях нейтронного реактора ПИК. Целью портала УНК является создание системы удаленного доступа к экспериментальным установкам нейтронного реактора и дистанционного обучения студентов и аспирантов, исследователей и разработчиков работе по моделированию физических экспериментов, проводимых на пучках нейтронов исследовательских реакторов, и выполнению виртуальных дистанционных экспериментов.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ МЕХАНИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ

Демидова Н.С.

Москва, Россия, Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ)
natademi@yandex.ru

Для того чтобы повысить мотивацию студентов и их интерес к изучению естественнонаучных дисциплин, очень важным является умение преподавателя применить научные понятия к конкретным примерам, относящимся к специальности студентов [1]. В курсе теоретической механики рассматривается тема “Удар тел”. Данный раздел является примером междисциплинарных связей физики и теоретической механики. Так как слушатели являются студентами факультета автомобильного транспорта, то явление удара было рассмотрено на примере соударения автомобилей. В настоящей работе рассматриваются вопросы оценки повреждения автомобилей разной массы при их лобовом столкновении.

Рассматривается следующая постановка задачи. Два автомобиля разной массы движутся навстречу друг другу с равными по величине скоростями, и затем происходит прямой удар этих автомобилей. Направим ось x по прямой, соединяющей центры масс автомобилей, в сторону движения легкого автомобиля. Легкий автомобиль массы m перед столкновением имеет скорость U_{1x} , а тяжелый автомобиль массы M имеет скорость $V_{1x} = -U_{1x}$. После столкновения автомобили приобретают скорости U_{2x} и V_{2x} для легкого и тяжелого автомобилей соответственно, которые определяются из закона сохранения импульса и соотношения для коэффициента восстановления k :

$$\begin{aligned} U_{2x} &= \frac{(m - kM)U_{1x} + M(1 + k)V_{1x}}{M + m}; \\ V_{2x} &= \frac{m(1 + k)U_{1x} + (M - km)V_{1x}}{M + m}. \end{aligned} \quad (1)$$

Как известно, потери кинетической энергии системы двух тел при столкновении определяются теоремой Карно [2]. Для абсолютно упругого удара $k=1$, и потери кинетической энергии равны нулю. Наибольшие потери энергии происходят при абсолютно неупругом ударе, когда $k=0$. Потери энергии складываются из изменения кинетической энергии каждого тела в результате соударения. Согласно теореме об изменении кинетической энергии, примененной к каждому телу, это изменение определяется работой упругих сил при деформациях, возникающих при действии другого тела. Неупругие деформации возникают на второй фазе удара. Таким образом, чем больше изменение энергии тела, тем большие деформации, в том числе и неупругие, возникают в теле.

Для определения изменения кинетической энергии каждого тела перейдем в систему центра масс двух тел, которая является инерциальной системой, скорость

C_x которой постоянна, так как импульс системы сохраняется.

$$C_x = \frac{mU_{1x} + MV_{1x}}{m + M} = \frac{mU_{2x} + MV_{2x}}{m + M}$$

$$U_{2x} - C_x = -k(U_{1x} - C_x) \quad (2)$$

$$V_{2x} - C_x = -k(V_{1x} - C_x)$$

Как следует из (2), в системе центра масс столкновение двух автомобилей можно рассматривать как столкновение каждого автомобиля со стенкой, движущейся со скоростью центра масс. Учитывая, что $V_{1x} = -U_{1x}$, получим следующие изменения кинетической энергии для каждого тела в результате столкновения:

$$C_x = \frac{m - M}{m + M} U_{1x}; \quad U_1^r = \frac{2M}{m + M} U_{1x}; \quad V_1^r = -\frac{2m}{m + M} U_{1x};$$

$$\Delta T_1^r = \frac{m}{2} (U_1^{r2} - U_2^{r2}) = \frac{m}{2} U_{1x}^2 \frac{(2M)^2}{(m + M)^2} (1 - k^2); \quad (3)$$

$$\Delta T_2^r = \frac{M}{2} (V_1^{r2} - V_2^{r2}) = \frac{M}{2} U_{1x}^2 \frac{(2m)^2}{(m + M)^2} (1 - k^2).$$

Здесь индекс r означает, что величины относятся к движущейся системе центра масс. Столкновения тел в системе центра масс происходят независимо друг от друга. Оба тела в результате столкновения теряют энергию, если коэффициент восстановления не равен 1. Однако потери энергии для легкого тела, как следует из (3), больше в отношении M/m . Если представить взаимодействие тела со стенкой как взаимодействие с пружиной жесткостью C_1 и C_2 для каждого тела, то максимальное сжатие такой пружины для первого и второго тела:

$$mU_1^{r2} = C_1 x_{1\max}^2; \quad MV_1^{r2} = C_2 x_{2\max}^2; \quad C_1 x_{1\max} = C_2 x_{2\max};$$

$$\frac{x_{1\max}}{x_{2\max}} = \frac{M}{m}$$

Таким образом, деформация легкого автомобиля больше, чем деформация тяжелого автомобиля в отношении обратном отношению их масс. Принимая также, что неупругая деформация на второй фазе удара для обоих автомобилей $x_{\text{неупр}} = kx_{\max}$, такой же вывод можно сделать и для неупругой деформации.

Рассмотрим теперь ударное взаимодействие в лабораторной системе. Из выражения для ударного импульса на первой и второй фазах удара S_{1x} и S_{2x} следует, что

$$S_{1x} = -(U_{1x} - C_x)m = (V_{1x} - C_x)M; \quad S_{2x} = (U_{2x} - C_x)m = -(V_{2x} - C_x)M; \quad k = \frac{|U_{2x} - V_{2x}|}{|U_{1x} - V_{1x}|} = \frac{S_{2x}}{S_{1x}}.$$

Отсюда следует, что вторая фаза ударного взаимодействия начинается, когда скорости автомобилей сравниваются по величине и направлению и становятся равными скорости центра масс системы тел. Соотношение (3) показывает, что скорость центра масс направлена в сторону начальной скорости тяжелого автомобиля. Как следует из (1), при $V_{1x} = -U_{1x}$

$$U_{2x} = \frac{m - M(1 + 2k)}{m + M} U_{1x}; \quad V_{2x} = \frac{m(1 + 2k) - M}{m + M} U_{1x}.$$

В этом случае при $m < M$ и $U_{1x} > 0$ скорость легкого тела после удара $U_{2x} < 0$. Для тяжелого автомобиля $V_{2x} < 0$, если выполняется более сильное условие $m(1 + 2k) < M$. Таким образом, легкий автомобиль всегда меняет направление движение после удара, в то время как тяжелый автомобиль либо продолжает движение в прежнюю сторону, либо отскакивает после удара в противоположную сторону. Например, при $k = 0.5$ автомобиль с массой $M > 3m$ после удара продолжает движение в прежнем направлении, а для $m < M < 3m$ меняет направление движения. Представим взаимодействие автомобилей в процессе соударения как деформацию пружины, состоящей из двух частей с различными жесткостями C_1 и C_2 , концы которой движутся со скоростями центров масс автомобилей. Тогда, как следует из приведенного анализа скоростей, в первой фазе удара пружина сжимается. Во второй фазе удара происходит восстановление пружины, но пружина полностью не восстанавливается из-за потерь кинетической энергии тел. Изменения кинетической энергии тел во второй фазе удара имеют вид:

$$\begin{aligned} \Delta T_1 &= \frac{m}{2} (C_x^2 - U_{2x}^2) = \frac{m}{2} U_{1x}^2 \frac{4kM(m - M(1 + k))}{(m + M)^2}; \\ \Delta T_2 &= \frac{M}{2} (C_x^2 - V_{2x}^2) = \frac{M}{2} U_{1x}^2 \frac{4km(M - m(1 + k))}{(m + M)^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Полагая, что $C_1 x_1 = C_2 x_2$, где x_1 и x_2 – неупругие деформации легкого и тяжелого автомобилей во второй фазе удара, получим, используя выражения (4), следующие соотношения из закона сохранения энергии:

$$\frac{C_1 x_1^2}{C_2 x_2^2} = \frac{|x_1|}{|x_2|} = \frac{M(1 + k) - m}{|M - m(1 + k)|}. \quad (5)$$

Как следует из (5) $|x_1| > |x_2|$ как при $m < M < m(1 + k)$, так и при $m(1 + k) < M$. В результате этой оценки следует, что при любом $m < M$ неупругие деформации легкого автомобиля больше, чем деформации тяжелого автомобиля.

Приведенный материал был апробирован при чтении лекций студентам второго курса для специальности “Автомобильный транспорт”. Обращалось внимание студентов на важность знания основных законов механики, так как из закона сохранения импульса двух тел и предположения о коэффициенте восстановления относительной скорости точки контакта можно сделать важные выводы о столкновении реальных автомобилей.

1. Е.В. Матвеева, З.С. Сазонова, В.В. Ищенко. « Опыт формирования и оценки профессиональных компетенций студентов вузов в процессе изучения технических дисциплин»// «Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования)» / под ред. д-ра пед. наук, проф. Г.А. Бокарева. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2012. – № 2(20), С. 129-135.

2. Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. Курс теоретической механики, т.2 – М.: Дрофа, 2006. библиографическая ссылка

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ТЯЖЁЛОЙ СТРУКТУРИРОВАННОЙ НЕФТИ»

Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю., Фесан А.А.
Москва, Россия, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
eliseev@gubkin.ru

Лабораторный практикум в инженерной подготовке играет важную роль. При изучении курса «Вязкость жидкостей и газов» в лабораторном практикуме студенты знакомятся с основными методами измерения вязкости такими, как капиллярные и ротационные, а также некоторыми другими. Одним из важных направлений подготовки является обучение специалистов высшей квалификации и в этом случае необходимо создание лабораторных работ приближенных к реальным исследованиям. В РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина на кафедре физики для подготовки магистрантов и аспирантов в рамках курса «Вязкость жидкостей и газов» на основе реальных исследований была разработана лабораторная работа «Изучение вязкости тяжёлой структурированной нефти».

В лабораторной работе для реологических исследований был использован ротационный вискозиметр Rheotest[®] RN4.1 (MessgeräteMedingen GmbH), внешний вид которого показан на рис. 1, подключенный к компьютеру. Объектом исследований является высоковязкая структурированная нефть с месторождений самарской области.



Рис. 1. Ротационный вискозиметр Rheotest[®] RN4.1

Отметим, что в практике реологических измерений используют две методики расчета величины вязкости, что зачастую приводит к противоречиям в интерпретации результатов. Первый подход к определению вязкости основан на использовании определенных теоретических моделей для аппроксимации измеренных кривых течения или отдельных участков этих кривых. Величину η в этом случае находят как некий параметр модели, обеспечивающий наилучшее согласие с экспериментом. В нашей лабораторной работе был использован другой подход, который состоит в том, что при обработке экспериментальных данных не привлекаются какие-либо модельные представления о характере вязкого течения. Для выявления эффектов тиксотропии, измерения при каждом значении $\dot{\gamma}$ проводят на протяжении конечного интервала времени. Для каждого момента времени находят «эффективную вязкость» как отношение двух измеренных значений τ и $\dot{\gamma}$: $\eta_{\text{эфф}} = \tau / \dot{\gamma}$. В результате, для данного измерения оказывается возможным построение нескольких кривых течения, характеризующих влияние скорости сдвига на различные струк-

турные состояния исследуемой нефти

Исследования эффектов тиксотропии проводятся при пошаговом увеличении скорости сдвига и при последующем пошаговом уменьшении $\dot{\gamma}$. При каждом фиксированном значении скорости сдвига систему выдерживали в течение 2-5 минут, проводя измерения напряжения сдвига с интервалом 1 секунда для диапазона $\dot{\gamma}=0,22\div 17,6$ 1/с. Температура нефти контролируется с точностью $0,1^{\circ}\text{C}$. В связи с большой вязкостью исследуемой нефти, использовали измерительную ячейку с большим зазором между коаксиальными цилиндрами (шпиндель Н2).

При стандартном времени исследования тиксотропии для каждого значения скорости сдвига (2 минуты) на рис. 2 проиллюстрированы полученные данные для двух скоростей сдвига. Видно, что отличительным признаком всех этих результатов является колебательный характер изменений напряжения сдвига τ с течением времени.

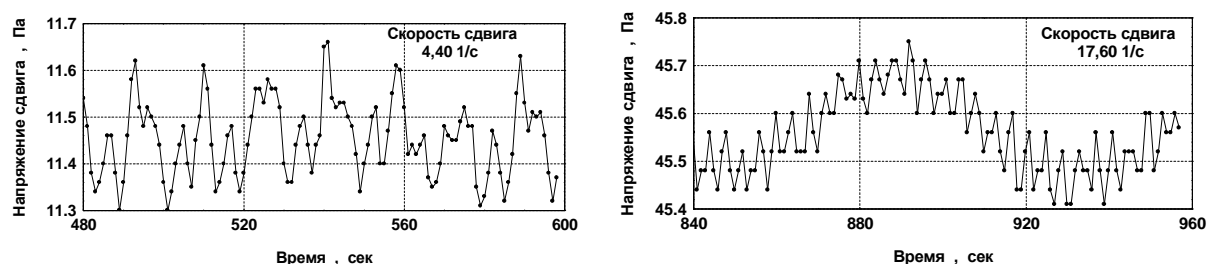


Рис. 2. Колебательный характер тиксотропных свойств исследованной нефти при температуре 50°C и фиксированных значениях скорости сдвига

Известно, что в именно результате образования объемной структурной сетки из коллоидных частиц асфальтенов могут возникать аномалии структурно-механических и реологических свойств природных нефтей [1]. При достаточно высоких температурах, коллоидные частицы асфальтенов могут образовывать пространственные структуры, слабо связанные молекулярными взаимодействиями, постоянно разрушающиеся и восстанавливающиеся в результате теплового движения.

Рассмотрение полной совокупности результатов измерений и анализ литературы показывают, что наблюдаемое возникновение колебаний не связано с недостатками методики опытов или погрешностями аппаратуры, а является закономерным следствием т.н. «бифуркации состояний равновесия» дисперсной структуры исследуемой нефти, не разрушаемой даже при температурах 50°C . Упрощенно, «бифуркация состояний равновесия» [2] может быть описана как возникновение (при определенных критических значениях внешних параметров) нескольких возможных состояний системы, периодически сменяющих друг друга.

Так, внимательный анализ данных рис. 2 позволяет сделать некоторые выводы о двух структурных состояниях исследованной нефти, между которыми происходят периодические переходы, а также определить верхний предел скорости сдвига («точку бифуркации»), ниже которого в системе наблюдается «бифуркация вязкости» при 50°C .

Таким образом, разработанная нами лабораторная работа позволяет познакомиться с новейшим оборудованием и самими новыми исследованиями в области реологии и вязкого течения сложных систем. Кроме этого, магистранты и аспиранты могут на этой лабораторной установке самостоятельно проводить исследования необходимые для написания диссертаций.

1. Девликамов В.В., Хабибуллин З.А., Кабиров М.М. (1975) Аномальные нефти. М.: «Недра». – 168 с.
2. Хакен Х. (1980) Синергетика. - М: «Мир». – 406 с.

КУРС ФИЗИКИ ГЛАЗАМИ КУРСАНТОВ

Егорова Н.И., Долматова О.А., Дмитриев М.В., Трофимов А.В.

Санкт-Петербург, Россия, Военная академия связи

enat99@mail.ru

Интенсивное развитие современной техники, в том числе и военной, требует от офицерского состава не только навыков работы с ней, но и, для обеспечения ее нормального функционирования, понимания принципов работы. Базовая часть этого понимания закладывается уже на первых курсах обучения в высших учебных заведениях. Поэтому так важно хорошее усвоение материалов, предлагаемых в курсе физики.

Курс физики, преподаваемый курсантам ВАС, читается высококвалифицированными преподавателями, в его программу входят 123 часа лекций, 54 часа практических занятий и 60 часов лабораторных работ. Основные темы, входящие в курс физики ВАС, установлены учебной программой, утвержденной МО. Они охватывают все необходимые разделы физики, но акценты в большей степени сделаны на изучение электричества и магнетизма, физики колебаний и волн, также подробно рассматривается физика полупроводников. Такой выбор обусловлен спецификой ВАС и дальнейшей профессиональной деятельностью выпускников.

С точки зрения преподавателя ВАС все выглядит разумно, логично, все темы тесно связаны между собой. Сложные выводы подробно рассматриваются на практических занятиях в ходе решения задач, основные физические законы демонстрируются во время проведения лабораторных работ. Но результаты, показываемые курсантами во время экзаменов и зачетов, не всегда оправдывают ожидания преподавателей.

Попробуем взглянуть на предлагаемый курс физики глазами курсантов, чтобы разобраться, в чем причина данной проблемы.

Для корректировки существующих методик работы, был проведен опрос среди курсантов 1, 2 и 3 курсов.

В анкете были указаны следующие темы, изучаемые в курсе «Физика» в ВАС:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Классическая механика. | 8. Электромагнитные волны. |
| 2. Молекулярная физика и термодинамика. | 9. Интерференция. |
| 3. Электростатика. | 10. Дифракция. |
| 4. Постоянный электрический ток. | 11. Квантовая физика. |
| 5. Магнитостатика. | 12. Атомная физика. |
| 6. Электромагнитная индукция. | 13. Зонная теория твердого тела. |
| 7. Физика колебаний. | 14. Физика полупроводников. |
| | 15. Квантовая электроника. Лазер. |

Первые вопросы сводились к выбору: наиболее интересных тем курса; тем, усвоенных наилучшим и наихудшим образом; тем, в изучении которых нет необходимости, по мнению курсантов.

Ответы курсантов, сведенные в единую диаграмму, показаны на рис.1. Нужно отметить, что в большинстве анкет ответы на 1 и 2 вопросы не совпадали, но в ответах на 1 и 3 вопрос такое отсутствие было абсолютным. Таким образом, можно сделать вывод, интерес к теме не является основным фактором для ее более интен-

сивного изучения, но все-таки дает некоторый стимул.

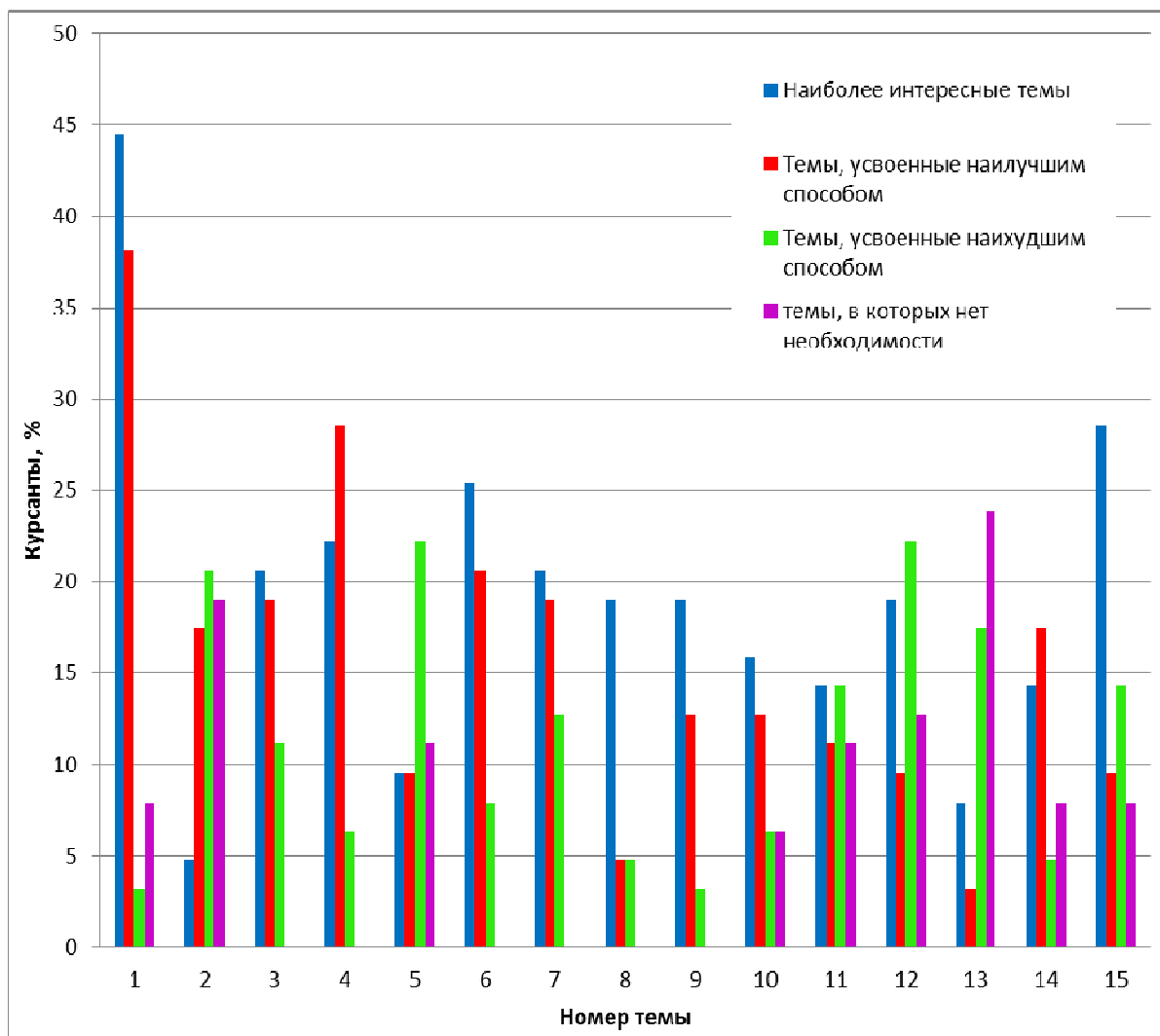


Рис. 1. Диаграмма, иллюстрирующая интерес курсантов к различным темам по физике и усвояемость курсантами данного материала

При рассмотрении ответов на вопрос: «В изучении каких тем, по Вашему мнению, нет необходимости?», можно заметить, что много таких тем приходится на вторую половину курса «Физика». Подавляющее большинство ответов с темами 11 – 15 были получены от курсантов 1 курса, которые данные темы еще не изучали, и скорее всего даже не знакомы с их содержанием. То есть на данном этапе их можно не принимать во внимание.

Следующий вопрос: «Стали ли Вы изучать физику, если бы не было необходимости аттестации по этой дисциплине?» показал, что на третьем и втором курсах стали бы изучать 88% и 62% курсантов, соответственно, а на первом курсе курсантов, ответивших положительно, оказалось всего 42%. Школьная база является достаточной у 75% третьекурсников, и всего у 33% второкурсников и 35% первокурсников. (Скорее всего, это связано с тем, что в 2013 году резко выросло количество курсантов, принимаемых в академию.) Как это ни странно, между ответами курсантов на два последних вопроса никакой корреляции не наблюдается.

Но, несмотря на такие огорчающие результаты ответов на два предыдущих вопроса, 60% всех опрошенных курсантов считают, что курс «Физика» в ВАС соответствует их профессиональным интересам, а 83% – что данный курс достаточен

с точки зрения пользы для изучения специальных дисциплин.

С точки зрения представления материала на занятиях, 95% курсантов уверены, что использование современных информационных и коммуникационных технологий помогает им усваивать знания. При этом 92% считают, что во время проведения лекций использование экспериментальных демонстраций является необходимым элементом для успешного усвоения материала. Количество лабораторных и практических занятий оказалось достаточным для 70% учащихся, но всего 56% считают достаточным число проводимых консультаций. По поводу формы проведения консультаций мнения курсантов разделились, большинство курсантов 2 и 3 курсов в своих предпочтениях написали индивидуальную форму, в то время как курсанты 1 курса предпочли групповые консультации. В качестве формы опроса половина курсантов 1 и 3 курсов выбрали тест или летучку, 2 курс предпочел летучки и коллоквиум. Здесь нужно отметить, что впервые тестовая форма опроса применялась в данном курсе «Физика» весной 2014, и поэтому на практике эту методику для данного предмета могли оценить только курсанты нынешнего 2 курса, и ни у кого из них в ответах данная форма опроса не встретилась.

На последний вопрос, который задавался курсантам «Какие основные факторы повлияли на недостаточность усвоения Вами курса физики?», были получены в основном следующие ответы: недостаточное количество часов самоподготовки; особенности режима (недосыпание); низкий уровень школьной базы по предмету.

Таким образом, результаты анкетирования позволили, в целом, составить представление об отношении курсантов к курсу физики, что, безусловно, целесообразно учесть при составлении тематических планов и методических разработок по дисциплине.

ЭЛЕМЕНТЫ АРХИТЕКТУРНОЙ КЛИМАТОЛОГИИ КАК ФРАГМЕНТЫ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ

Елаховский Д.В.

Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет
elahovsky@mail.ru

В [1] рассмотрен один из способов повышения мотивационной составляющей физического образования студентов-строителей, связанный с попыткой адаптации учебной дисциплины к предполагаемой профессиональной деятельности выпускников университета. Его реализация связана с использованием в рамках традиционного курса «Общая физика» основных элементов курса «Строительная физика», в частности одного из его разделов под названием «Архитектурная климатология», имеющего отношение к формированию соответствующей климатической среды, удовлетворяющей комфортным условиям жизнедеятельности человека. Основополагающие аспекты этой проблематики рассматриваются в рамках курса «Общая физика», однако многие её нюансы остаются «за кадром». Следует также отметить, что общепринятая при проектировании климатической среды помещений терминология, связанная с конкретными физическими явлениями, как правило, не рассматривается в лекционной программе курса физики, поэтому знакомство с ней представляется весьма полезным. (учитывая, что в учебных планах строительных факультетов не всегда присутствует дисциплина «Теплотехника»).

Если рассматривать любой протяженный объект, например воздушную среду

помещений или любые строительные конструкции, то в зависимости от температуры внешней среды, работы отопительных систем в указанных объектах возникает некоторое температурное поле с определёнными характеристиками (стационарное, нестационарное, одномерное и т.д.). Как известно из курса «Общей физики», в системе тел с различной температурой возникают тепловые потоки, благодаря которым имеет место тенденция к выравниванию температуры (в условиях изолированности от внешних энергетических воздействий). Различают три основных механизма переноса тепла: теплопроводность, конвекция и излучение. Так как в рамках лекционного курса физики последние два механизма фактически не рассматриваются, остановимся более подробно именно на них.

Для газов и жидкостей молекулярная теплопроводность маскируется значительно более интенсивным переносом тепла конвекционными потоками больших масс сред, благодаря наличию гравитационного поля или механического воздействия. Различают конвекцию вынужденную – при наличии набегающих направленных потоков - и естественную. Когда ограждение подвергается воздействию воздушного потока, подходящие к теплой стенке воздушные массы приобретают некоторое количество тепловой энергии, и после возврата в ядро потока с последующим перемешиванием остается тонкий пограничный слой малоподвижного воздуха, в котором практически сосредоточен весь перепад температур $\Delta T = T_{ст} - T_{нар}$. Конвекционный унос тепла всегда практически равен потоку тепла через этот пограничный слой к ядру воздушного потока [3]:

$$j = \alpha \frac{\Delta T}{\delta} = \alpha \cdot \Delta T. \quad (1)$$

Величина $\alpha = \alpha / \delta = \alpha_n$ носит название **коэффициента теплоотдачи** от стенки к наружной среде. В зависимости от скорости ветра и его направления по отношению к ограждающей поверхности $\alpha_n = (11,6-23,2) \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$, а перепад температуры между наружной поверхностью ограждения и воздухом будет составлять $1,5 \div 2,5^\circ \text{C}$. В помещении обычно нет вынужденных воздушных потоков, поэтому может существовать только естественная конвекция. Градиент плотности слоёв воздуха с различной температурой обеспечивает циркуляцию воздушных потоков, что и выравнивает температуру воздуха в основном объеме помещения, за исключением тонкого малоподвижного пограничного слоя в непосредственной близости к внутренней поверхности ограждений. Возникающий тепловой поток определяется по формуле, аналогичной (1):

$$j = \alpha_v (T_{внутр} - T_{ст}). \quad (2)$$

Коэффициент α_v иногда называют **коэффициентом теплоусвоения** внутренней поверхности ограждения.

Что касается теплового излучения, то его влияние на теплообменные процессы можно смоделировать с помощью двух плоских противостоящих поверхностей с температурами T_1 и T_2 ($T_1 > T_2$) с учётом многократных отражений и частичного поглощения [3]. В этом случае плотность потока при лучистом теплообмене

$$j_{изл} = C(T_1^4 - T_2^4), \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{a_1 \sigma} + \frac{1}{a_2 \sigma} - \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}, \quad (3)$$

где a_1 и a_2 – поглощающие способности поверхностей, $C_1 = a_1 \sigma$, $C_2 = a_2 \sigma$ – коэффициенты излучения для левой и правой поверхностей. $C_0 = \sigma$ – коэффициент Стефана – Больцмана. В том случае, когда $\Delta T = T_1 - T_2 \ll T_1, T_2$, $j_{изл} = C \bar{T}^3 (T_1 - T_2) = \alpha_{изл} (T_1 - T_2)$, где \bar{T} – среднее значение температуры поверхностей,

$\alpha_{\text{изл}} = 4\bar{T}^3 C$ – коэффициент теплообмена излучением.. Полный результирующий тепловой поток, обеспечивающий нагревание воздуха в помещении и компенсирующий тепловые потери в окружающую среду, находится как

$$Q = S_{\text{бат}} (j_{\text{изл}} + j_{\text{конв}}) = S_{\text{бат}} \alpha \cdot \Delta T, \quad (4)$$

где $\alpha = \alpha_{\text{изл}} + \alpha_{\text{конв}}$ – полный коэффициент теплоотдачи, $S_{\text{бат}}$ – площадь отопителя.

Применительно к строительным ограждениям теплопроводность является единственным явлением, рассматриваемым при тепловых расчетах. Представляет интерес рассмотрение математической теории теплопроводности (простой для усвоения), используя модель неограниченной среды в виде цилиндра с площадью поперечного сечения S и образующей, параллельной оси x (одномерный случай). Тогда для бесконечно малого участка этого цилиндра количество теплоты, аккумулированное за время dt в выделенном объёме равно $-\left(\frac{\partial j}{\partial x}\right) S dx dt$. Так как это приводит к повышению температуры среды, то с учётом её характеристик и уравнения Фурье получается:

$$\rho \cdot c_v \frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \text{ следовательно } \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad (5)$$

где $k = \frac{\alpha}{\rho c_v}$. Постоянная k называется температуропроводностью среды. Для стационарной теплопроводности $\alpha \frac{dT}{dx} = \text{const}$, следовательно, $j = \text{const}$. Для однородной пластины с температурами поверхностей T_1 и T_2 градиент температуры $dT/dx = \text{const}$, поэтому температура в произвольной точке

$\alpha \frac{dT}{dx} = \text{const}$, следовательно, $j = \text{const}$. Для однородной пластины с температурами поверхностей T_1 и T_2 градиент температуры $dT/dx = \text{const}$, поэтому температура в произвольной точке

$$T = \frac{T_2 - T_1}{d} x + T_1. \quad (6)$$

В качестве основного примера одномерной стационарной задачи рассмотрим тепловой поток через многослойную стенку (рис.1) [3]. Толщины последовательных слоев обозначим через d_i , а их теплопроводности соответственно через α_i . Температуры внутри помещений T_B и снаружи T_H заданы, а коэффициенты теплоотдачи α_B и α_H известны. С учётом стационарности и постоянства теплового потока внутри ограждения.

$$\alpha_B (T_B - T_0) = \alpha_1 (T_0 - T_1) / d_1 = \alpha_2 (T_1 - T_2) / d_2 = \dots = \alpha_n (T_{n-1} - T_n) / d_n = \alpha_H (T_n - T_H) = j \quad (7)$$

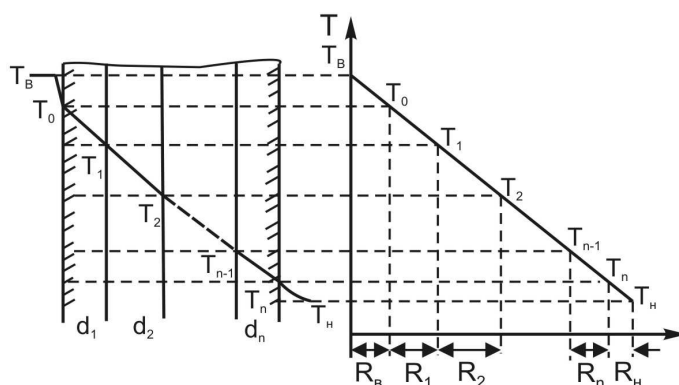


Рис. 1. Расчёт температур на границах многослойной стены [3]

Введем обозначения: $R_B = 1/\alpha_B$, $R_H = 1/\alpha_H$ – сопротивления при переходе тепла на границе (сопротивления теплообмена), $R_i = d_i / \alpha_i$ – тепловое сопротивление единичной площади каждого слоя. Тогда:

$$(T_B - T_0) / R_B = (T_0 - T_1) / R_1 = (T_1 - T_2) / R_2 = \dots = (T_{n-1} - T_n) / R_n = (T_n - T_H) / R_H$$

Можно исключить все промежуточные температуры T_i и получить:

$$j = \frac{T_B - T_H}{R_{\text{пол}}}, \quad (8)$$

$$R_{\text{пол}} = R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_H = 1/\alpha_B + d_1/\alpha_1 + d_2/\alpha_2 + \dots + d_n/\alpha_n + 1/\alpha_H \quad (9)$$

Найденное значение плотности теплового потока позволяет определить все промежуточные температуры: T_0 , T_i , T_n . Весьма нагляден графический метод, при котором на графике с осями T - R проводится прямая с наклоном $\Delta T/\Delta R = j$. Эта прямая, естественно, должна пройти через начальную и конечную температуры T_B и T_H . Пересечение этой прямой с границами участков в масштабах тепловых сопротивлений, дадут значения всех граничных температур T_i . Перенося эти значения T_i на график зависимости $T(x)$ в реальных масштабах и соединяя их прямыми линиями, можно получить полностью искомое распределение температур во всей многослойной стенке.

Полезным является также фрагментарное рассмотрение нестационарной теплопроводности, теплоустойчивость ограждений, физические основы воздухопроницаемости и влажностный режим ограждающих конструкций. Но даже такое «усечённое» изложение физических основ архитектурной климатологии в рамках курса «Молекулярная физика» представляется полезным для будущих инженеров-строителей. Более полное изложение по данной тематике представлено в учебно-методическом пособии «Физические основы архитектурной климатологии» [2].

1. Елаховский Д.В. Повышение мотивационной составляющей физического образования студентов строительной специальности вуза. // Физическое образование в вузах, 2013, т.19, №4, с.74-81.

2. Елаховский Д.В., Малиненко И.А. Физические основы архитектурной климатологии. - Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008, - 102с.

3. Тодес О.М. Курс лекций и заданий по строительной физике/ О.М.Тодес, Ленинград, 1972.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ

Елаховский Д.В.

Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет

elahovsky@mail.ru

Предложенный в [1] способ повышения мотивационной составляющей физического образования студентов строительной специальности университетов, основанный на привлечении элементов строительной физики, предполагает не только пересмотр основных концептуальных основ изложения теоретического материала, но и изменённый подход к организации практических занятий. Алгоритм проведения таких занятий предполагает не только решение задач в рамках традиционного курса общей физики, но и практическое рассмотрение формирования физической среды помещений (которая подразделяется на климатическую, акустическую и световую), обеспечивающую комфортное пребывание человека и условия реализации производственных процессов. Необходимое теоретическое обеспечение такого рода занятий рассматривается в разделах лекционного курса под названиями «Физические основы архитектурной климатологии, акустики и светотехники» [2-4]. Рассмотрение на практических занятиях ситуаций, связанных с предполагаемой профессиональной деятельностью студентов-строителей, будет способствовать более «уважительному» отношению к физическому образованию. Ниже рассмотрены ос-

новые аспекты практических занятий с учётом вышеуказанного на примере тепловых и акустических расчётов.

1. Физические основы архитектурной климатологии.

Выбор материала и геометрических размеров ограждений определяется не только соображениями механической прочности, но и необходимостью обеспечения теплового комфорта людей. Решение этой проблемы обеспечивается тепловыми расчётами ограждений, позволяющих оценить тепловые потери зданий и отдельных помещений, что в свою очередь даёт возможность при проектировании зданий обосновать наиболее приемлемые с точки зрения теплотехники предполагаемые многослойные ограждения. Полученная информация определяет выбор мощностных характеристик отопительного оборудования помещений. Следует также отметить необходимость учёта воздухо- и влагопроницаемости ограждений, с помощью которых решается задача кондиционирования воздушной среды помещений.

1. Наиболее простой вариант практического занятия предполагает расчёт тепловых и температурных характеристик ограждения, состоящего из определённого количества слоёв с различными геометрическими, плотностными и теплофизическими характеристиками. В виде исходных данных задаются температуры внутреннего t_v и наружного t_n воздуха, материал каждого слоя (тем самым известны коэффициенты теплопроводности α_i) и его толщина d_i . Рассчитываются:

1.1 Общее тепловое сопротивление ограждения:

$$R_o = 1/\alpha_e + \sum_{i=1} 1/\alpha_i + 1/\alpha_n \quad (1)$$

где $\alpha_n = 20 \text{ ккал} / \text{м}^2 \text{ час град}$ и $\alpha_e = 7,5 \text{ ккал} / \text{м}^2 \text{ час град}$ - коэффициенты теплоотдачи от стенки к наружной и внутренней среде соответственно.

Данный расчёт позволяет также установить, какой слой ограждения играет основную теплозащитную роль. Для установления соответствия ГОСТу ограждения по сопротивлению теплопередаче необходимо оценить его требуемую величину R_o^{mp} :

$$R_o^{mp} = \frac{(t_e - t_n)}{\Delta t} R_e \quad (2)$$

где $\Delta t_n = 6 \text{ град}$, $R_e = 1/\alpha_e = 0,133 \text{ м}^2 \text{ час град} / \text{ккал}$. Необходимое условие $R_o > R_o^{mp}$

1.2. Тепловой поток, проходящий через единицу площади ограждения:

$$q = \frac{t_e - t_n}{R_o} \quad (3)$$

1.3. Температуры на границах слоёв:

$$t_i = t_{i-1} - \frac{R_i}{R_o} (t_e - t_n) \quad (4)$$

2. Один из вариантов исходных данных предполагает отсутствие толщины одного из слоёв ограждения, которую необходимо определить. В этом случае, рассчитав R_o^{mp} и приравняв R_o из выражения (1), найдём d_i .

3. Несколько усложнённый вариант предполагает отсутствие информации о температуре наружного воздуха. В этом случае первоначально определяется показатель тепловой инерции строительного ограждения:

$$D = \sum_{i=1} R_i S_i, \quad (5)$$

где $R_i = d_i/\alpha_i$ - термические сопротивления слоёв, S_i - коэффициенты теплоусвоения

слоёв (эти значения входят в число исходных данных). В зависимости от величины D :

$D < 4$, $4 < D < 7$, $D > 7$ в качестве наружной температуры берутся соответственно самая холодная суточная температура, средняя температура наиболее холодных трёх суток и средняя температура наиболее холодной пятидневки (эта информация также входит в число исходных данных).

4. Если добавить в пункте 1 влажность внутреннего воздуха φ %, то можно выяснить вероятность конденсации пара на внутренней поверхности ограждения. Для этого определяется упругость водяного пара внутреннего воздуха (в мм.рт.ст.) при заданной влажности:

$$P_B = E_B \cdot \varphi_B / 100\%, \quad (6)$$

где: E_B – максимальная упругость водяного пара при заданной температуре. Это позволит найти точку росы τ_p . Если эта величина меньше температуры внутреннего воздуха, конденсации водяных паров не будет и наоборот. Полезно определить сопротивление паропроницаемости ограждения:

$$R_{\pi} = \sum_{i=1} d_i / \mu_i, \quad (7)$$

где: μ_i – коэффициенты паропроницаемости (входят в число исходных данных)

2. Физические основы архитектурной акустики.

Основные физические и физиологические характеристики звуковых волн достаточно подробно рассматриваются в лекционной и практической частях курса общей физики. В поле зрения архитектурной акустики рассматриваются вопросы проникновения звука через строительные ограждения и его распространения внутри помещений. Получаемая информация учитывается при проектировании звуковой среды, обеспечивающей оптимальный «слуховой комфорт» и подавление вредных воздействий шумов различной природы.

1. Одним из параметров, характеризующих качество звуковой среды помещений, является время стандартной реверберации. При расчёте этого параметра необходимая информация включает в себя: размер помещения; материал пола, стен, потолка, наличие окон (их количество n_1 , размеры, наличие штор); наличие мебели и их количество n , допустимое количество посадочных мест N и коэффициент заполнения k (для аудиторий, театров, концертных залов). Коэффициенты поглощения материалов внутренних поверхностей ограждений α_i , мебели α_3 , посадочных мест α_1 и людей α_2 считаются известными. В предлагаемых заданиях указанные параметры варьируются в широких пределах. Стандартное время реверберации $t_{рев}(с)$, пренебрегая поглощением звука в воздухе рассчитывается по формуле:

$$t_{рев} = 0.163V/A, \quad (8)$$

где: V – объём помещения, A – эффективный показатель поглощения:

$$A = \sum_i \alpha_i S_i + \alpha_2 kN + \alpha_1 (1-k)N + \alpha_2 n \quad (9)$$

Указанные параметры N , k , n_1 , n , i варьируются в пределах от 0 до указанных в условии данного расчёта. Полученное значение стандартного времени реверберации можно сравнить с оптимальным временем реверберации:

$$t_{рев}^{opt} = m \sqrt[3]{V}, \quad (10)$$

где V – объём помещения, m – коэффициент, зависящий от типа помещения.

2. Подавление вредных воздействий шумов различной природы обеспечивается звукоизоляционными свойствами строительных ограждений. Их эффективность

характеризуется коэффициентом звукопроводимости материала ограждения β , а также звукоизолирующей способностью однородного ограждения R :

$$R=10Lg1/\beta \quad (11)$$

Звукоизолирующая способность R_{cp} ограждения, состоящего из участков с различной звукопроводностью:

$$R_{cp}=10Lg \frac{S}{\sum \beta_i S_i} \quad (12)$$

где S – полная поверхность ограждения (m^2), S_i – площадь участка поверхности с коэффициентом звукопроводности β_i . В том случае, когда задана звукоизолирующая способность материала, переход к коэффициенту звукопроводности осуществляется по формуле:

$$\beta_i=10^{-0,1 R_i} \quad (13)$$

В условиях конкретного расчёта задаются геометрические размеры элементов ограждения (стены, дверей, окон), коэффициенты звукопоглощения материала стен (отдельных слоёв), изолирующая способность дверей и коэффициенты звукопроводности окон. С помощью формул (12) и (13) определяется звукоизолирующая способность данного ограждения, а по формуле (11) рассчитывается его коэффициент звукопроводности.

1. Елаховский Д.В. Повышение мотивационной составляющей физического образования студентов строительной специальности вуза//Физическое образование в вузах,2013, т.19, №4, с.74-81.

2. Елаховский Д.В., Малиненко И.А. Физические основы архитектурной климатологии.- Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008,- 102с.

3. Елаховский Д.В., Малиненко И.А. Физические основы архитектурной акустики.-Учебное пособие. Петрозаводск:Изд-во ПетрГУ, 2008.-130с.

4. Елаховский Д.В., Малиненко И.А. Физические основы строительной светотехники.Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013.-48с

5. Тодес О.М. Курс лекций и заданий по строительной физике/ О.М.Тодес, Ленинград, 1972.

МАТРИЧНЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Еркович О.С., Морозов А.Н., Есаков А.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
erkovitch@mail.ru

В связи с переходом к ФГОС ВО поколения 3+ перед педагогическими коллективами вузов встали новые задачи, связанные с необходимостью осуществлять проектирование педагогического процесса в рамках компетентного подхода, предусмотренного новыми стандартами. При этом возникает иерархия задач, связанная с необходимостью проектирования нормативных документов разного уровня, от ФГОС ВО (или образовательных стандартов университетов) до программ конкретных учебных дисциплин.

Наличие в новых ФГОС ВО принципиально новых требований, где – в отличие от стандартов более ранних поколений – предусмотрены требования в первую очередь к компетенциям, которыми должен обладать выпускник, естественным образом привело к диверсификации подходов к формированию программ дисциплин, в том числе – дисциплин естественнонаучного цикла.

Кафедра физики МГТУ им. Н.Э. Баумана на протяжении многих лет читает курс физики для всех специальностей университета. С введением стандартов третьего поколения возникла необходимость пересмотра целей и задач преподавания дисциплины «Физика» для различных направлений подготовки бакалавриата в рамках компетентностного подхода. Введение ФГОС ВО 3+ потребовало еще более тщательной проработки этого подхода. В результате перехода к компетентностному подходу к проектированию учебного процесса, в том числе – к формированию программ учебных дисциплин (УД), были сформулированы следующие принципы, которые должны соблюдаться при проектировании и реализации учебного процесса:

- преемственность со стандартами предшествующих поколений;
- сохранение традиций российской высшей школы и накопленного опыта подготовки выпускников различного уровня и различных направлений;
- сохранение высокого уровня фундаментальной подготовки, в том числе по физике, как основы общенаучных, профессиональных, социально-личностных и общекультурных компетенций, способности успешно работать в новых, быстро развивающихся областях науки и техники, самостоятельно непрерывно приобретать новые знания, умения и навыки в этих областях;
- вариативность формирования необходимых компетенций с помощью различного уровня изучения дисциплины «Физика».

Целями и задачами изучения дисциплины «Физика» являются:

- освоение основных законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- освоение фундаментальных принципов и методов решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- изучение основных физических теорий, позволяющих описать явления в микро- и макромире, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- выработка у студентов основ естественнонаучного мировоззрения;
- ознакомление студентов с историей развития физики и основных её открытий.

Кроме того, изучение физики содействует развитию полезных личностных качеств: ответственности, трудолюбия, желания применять полученные знания на практике в научно-инженерной деятельности.

При формировании примерной программы дисциплины «Физика» учитывалось, что математическая и естественнонаучная подготовка должны составлять единый блок и реализоваться на начальной стадии основной образовательной программы ВПО.

При формировании компетенций в области физики необходимо иметь в виду, что естественные и математические науки играют важную роль в формировании не только общенаучных компетенций, но и инструментальных, социально-личностных и общепрофессиональных компетенций. При этом надо учитывать, что часть общенаучных, инструментальных и социально-личностных компетенций формируется при участии гуманитарных и социально-экономических дисциплин.

Не следует также забывать о том, что курс физики в программе инженерного вуза должен выполнять две одинаково значимых функции: с одной стороны - изу-

чение физики как науки, лежащей в основе современного естествознания, формирующей научное мышление, а с другой —изучение физики как науки, достижения которой лежат в основе современных инженерных технологий.

Таким образом, мы приходим к пониманию того, что формирование дисциплинарных компетенций («знаний, умений и навыков») должно быть связано с формированием блоков компетенций, определяемых ФГОС ВПО по конкретному направлению подготовки [1].

Решение этой задачи может быть осуществлено путём формирования матрицы компетенций, позволяющей установить связь между дисциплинарными компетенциями, предусмотренными программой конкретной дисциплины, и общекультурными и профессиональными компетенциями, предусмотренными ФГОС ВПО конкретного направления [2].

Цели и задачи учебной дисциплины были пересмотрены с точки зрения компетентностного подхода к результатам освоения дисциплины. Ниже приводятся группы ожидаемых компетенций, предусмотренные ФГОС ВПО подготовки бакалавров, единые для всех направлений инженерной подготовки, вырабатываемые при изучении дисциплины «Физика»:

1. Общекультурные компетенции (ОК)

1.1.Общенаучные компетенции (ОНК)

1.2. Инструментальные компетенции (ИК)

1.3. Социально-личностные и общекультурные компетенции (СЛК)

2. Профессиональные компетенции (ПК):

2.1. Компетенции общепрофессиональной деятельности (ОПД)

2.2. Компетенции проектно-конструкторской деятельности (ПКД)

2.3. Компетенции в области научно-исследовательской деятельности (НИД)

2.4. Компетенции в области экспериментальной деятельности (ЭД)

2.5. Компетенции в области технико-эксплуатационной деятельности (ТЭД)

Процесс формирования перечисленных компетенций происходит в совокупности с формированием дисциплинарных компетенций (ДК).

После освоения учебной дисциплины «Физика» студент должен приобрести следующие важнейшие дисциплинарные компетенции:

должен знать

-основные физические явления и основные законы физики, включая границы их применимости, применение в важнейших практических приложениях;

- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;

- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших физических приборов;

должен уметь

- использовать методы адекватного физического и математического моделирования, также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;

-объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий;

-записывать уравнения для физических величин в системе СИ;

-работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатор-

рии; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;

должен обладать навыками

-использования основных общезакономерностей и принципов в важнейших практических приложениях и для решения естественнонаучных задач;

-правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории, в том числе методиками обработки и интерпретирования результатов физического эксперимента;

- использования методов физического моделирования в инженерной практике.

Их взаимосвязь может быть представлена в матричной форме, где на пересечении строки и столбца указаны компетенции, связывающие дисциплинарные компетенции (строка) с общекультурной или профессиональной компетенцией (столбец).

Если дисциплинарная компетенция не поддерживает ту или иную общекультурную или профессиональную компетенцию, то возникает вопрос о необходимости ее формирования при подготовке бакалавров (специалистов) в рамках данной ООП. Если общекультурная или профессиональная компетенция, формирование которой может рассматриваться как целевая задача курса физики, не поддерживается определенной дисциплинарной компетенцией, то следует пересмотреть перечень дисциплинарных компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины в рамках данной ООП.

Могут быть выделены специальности или группы специальностей, для которых следует использовать возможности курса физики для формирования иного набора ОК и ПК, чем приведенные выше. В этом случае следует рассмотреть вопрос о разработке программы учебной дисциплины «Физика» с учетом особенностей конкретной ООП.

После завершения формирования матрицы компетенций можно приступить к построению содержательной части программы, контролируя связь содержания модулей программы с совокупностью дисциплинарных компетенций.

Представленная методика оценки связи дисциплинарных компетенций с общекультурными и профессиональными компетенциями, предусмотренными ФГОС ВПО, позволяет получить объективную оценку роли конкретной учебной дисциплины в процессе подготовки бакалавра и наиболее полно использовать ее возможности при формировании современного инженера.

1. Татур Ю.Г. Образовательный процесс в вузе: методология и опыт проектирования. М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2009.

2. Еркович О.С., Еркович С.П., Есаков А.А., Голяк И.С. Формирование матрицы компетенций как средство проектирования программы учебной дисциплины//Физическое образование в вузах. Т.18, №3, 2012, с. 27-31.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В РАМКАХ ФГОС ВО ПОКОЛЕНИЯ 3+

Еркович О.С., Морозов А.Н., Поздышев М.Л.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
erkovitch@mail.ru

Инновационное развитие российской экономики может быть успешно реализовано только при условии формирования у выпускников высшей школы компетенций, обеспечивающих успешность их инновационной деятельности. Особенно важен с точки зрения создания эффективной инновационной системы высокий уровень высшего образования по естественнонаучным и инженерно-техническим специальностям [1].

Переход российской высшей школы к работе в рамках образовательных стандартов третьего поколения оказался сопряженным с появлением в основных образовательных программах ряда новых элементов, к числу которых следует отнести компетентностный подход к организации обучения; модульно-рейтинговую организацию образовательных курсов; увеличение объёма и значимости самостоятельной; увеличение доли занятий, осуществляемых в активных и интерактивных формах; формирование фондов оценочных средств, адекватных заявленным в ФГОС целям.

Важнейшей особенностью ФГОС поколения 3+ является переход от «педагогике знаний», предусмотренной ФГОС 2 и – в меньшей степени – 3 поколения, к «педагогике компетенций». По существу, все новации, присутствующие в образовательных стандартах поколения 3+, связаны в первую очередь с этим переходом.

В соответствии с Болонской декларацией [2] и Федеральным законом № 273 «Об образовании в Российской Федерации», целью образования является раскрытие личности обучающегося, развитие ее задатков и способностей. В соответствии с ФГОС ВО поколения 3+, разработанными на основе принципов Болонской декларации и Федерального закона №273, профессиональные качества специалиста формируются путем достижения совокупности компетенций.

Основной задачей, стоящей перед техническими университетами России, является формирование инженерного корпуса, способного на создание и развитие высокотехнологичной инновационной экономики. Основной путь решения этой задачи – организация практикоориентированного обучения, опирающегося на фундаментальную естественнонаучную и общеинженерную подготовку.

При организации лабораторного практикума по дисциплинам естественнонаучного цикла следует иметь в виду складывающуюся в последнее время в мировой практике тенденцию к максимальному сближению учебных и практических задач.

Подготовка инженеров в технических университетах России происходит в условиях, требующих максимально внимательного отношения к этой тенденции. Это связано с целым рядом аспектов, затрудняющих реализацию этого подхода, начиная от недостаточного переоснащения учебных лабораторий до разрушения дуальной системы подготовки специалистов, фактически реализуемой советской высшей школой. В свете этих обстоятельств потенциал лабораторного практикума по естественнонаучным дисциплинам в настоящее время представляется недооцененным.

Организация лабораторного практикума по естественнонаучным дисциплинам должна осуществляться исходя из компетентностного подхода к подготовке спе-

циалистов. Проектирование образовательного процесса в лабораторном практикуме по конкретной дисциплине должно включать следующие шаги:

- изучение ФГОС с точки зрения анализа компетенций;
- изучение профессиональных стандартов, определяющих трудовые функции будущих выпускников университета;
- разработку программы учебной дисциплины, учитывающее возможность формирования компетенций, предусмотренных ФГОС; при этом следует учитывать связи между общекультурными, профессиональными и дисциплинарными компетенциями;
- формирование циклов лабораторных работ;
- формирование методического обеспечения, стимулирующего студентов к приобретению навыков самостоятельной работы, включая обучающие и контролируемые информационные системы;
- формирование системы контроля полученных дисциплинарных компетенций;
- создание в университете в целом и лабораториях физического практикума в частности обучающей среды.

Анализ образовательных стандартов, реализуемых в Московском государственном техническом университете им. Н.Э.Баумана, показал, что при организации лабораторного практикума по естественнонаучным дисциплинам могут успешно формироваться

- компетенции общепрофессиональной деятельности;
- компетенции проектно-конструкторской деятельности;
- компетенции в области научно-исследовательской деятельности;
- компетенции в области экспериментальной деятельности;
- компетенции в области технико-эксплуатационной деятельности.

От выпускника технического университета, вне зависимости от конкретного направления подготовки, ожидается способность и готовность

- участвовать в разработке технического задания и программы проведения экспериментальных работ;
- выполнять измерения и проводить наблюдения,
- составлять описания исследований,
- обрабатывать и анализировать полученные результаты исследований, составлять по ним технические отчёты и оперативные документы, технические справки и другие сведения, готовить данные и материалы для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- способность самостоятельно осваивать современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней; понимать устройство, работу и процессы, происходящие в технических изделиях.

Для анализа совокупности планируемых к освоению компетенций целесообразно воспользоваться методом матриц компетенций [3], прорабатывая связи между дисциплинарными компетенциями, формирование которых реализуется и оценивается в рамках освоения учебной дисциплины, и компетенциями, предусмотренными ФГОС.

Создание современного лабораторного практикума предполагает создание методического обеспечения, включающего как методические указания для студентов по выполнению лабораторных работ, так и методические разработки для препода-

вателей.

Выполнение студентом лабораторной работы в настоящее время не может сводиться только к выполнению некоторых действий и изучению конкретных явлений, то есть к формированию знаний, умений и навыков, как это предусматривалось образовательными стандартами второго поколения.

В настоящее время лабораторный практикум должен готовить студентов к определенным видам деятельности, предусмотренным стандартами подготовки специалистов, в том числе – формировать у студентов социально-личностные компетенции, обеспечивающие в дальнейшем выпускнику вуза способность к успешному профессиональному самообразованию в течение всей его последующей профессиональной деятельности.

1. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011г. № 2227-р «О Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г.» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124/> (дата обращения 01.02.2015)

2. Гретченко А.И., Гретченко А.А. Болонский процесс; интеграция России в европейское и мировое образовательное пространство. – М.: Кнорус, 2009. – 432 с.

3. Еркович О.С., Еркович С.П., Есаков А.А., Голяк И.С. Формирование матрицы компетенций как средство проектирования программы учебной дисциплины//Физическое образование в вузах. Т.18, №3, 2012, с. 27-31.

ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Задерновский А.А., Паламарчук И.В., Сафронов А.А.

Москва, Россия, Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики
zadernovsky@mirea.ru, palam@orc.ru

При изучении курса «Электричество и магнетизм» в отдельных лекциях можно использовать нетрадиционный подход к изложению материала. Об одном из них авторы рассказывают в данной работе.

В окружающей нас природе есть яблони и лимонные деревья, плоды которых содержат яблочную кислоту (оксиянтарная кислота $C_4H_3O_2(OH)_3$) и лимонную кислоту (карбоновая кислота $C_6H_8O_7$). Если в эти фруктовые кислоты поместить два электрода, например один из меди, а другой из железа или цинка, то можно получить природный источник тока.

Такие природные источники тока не применяются на практике. Однако происходящие в них процессы аналогичны процессам в гальванических элементах, где электрические токи поддерживаются за счет химических реакций между электродами и электролитами. Для плотности тока \vec{j} в гальванических элементах и других источниках тока, согласно [1], можно пользоваться соотношением $\vec{j} = \lambda(\vec{E} + \vec{E}_{\text{стор}})$, где λ – электрическая проводимость проводника, \vec{E} – напряженность электрического поля, $\vec{E}_{\text{стор}}$ – напряженность поля сторонних сил.

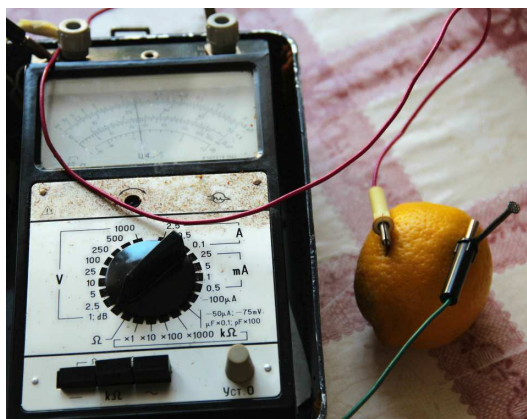


Рис. 1. Источник тока из лимона с парой электродов медь – железо

На рис. 1 представлен источник тока из лимона с парой электродов медь – железо. Между медным и железным электродами возникает постоянное напряжение, равное разности нормальных потенциалов $\varepsilon = \varphi_{\text{Cu}} - \varphi_{\text{Fe}} = 0,34 - (-0,44) = 0,78$ В, называемое электродвижущей силой гальванического элемента. Напряжение на зажимах источника и ток измерялись тестером Ц4315: $U = 0,4$ В, $I = 70 \mu\text{A}$, внутреннее сопротивление $r = 5,4$ кОм. Для яблока с теми же электродами $U = 0,55$ В, $I = 64 \mu\text{A}$, $r = 3,6$ кОм.

На рис. 2 представлено параллельное соединение источников из трех яблок. В этой схеме при напряжении на зажимах $U = 0,55$ В ток возрастает до значения 0,2 мА. Несложно сделать оценку, что из урожая яблок массой 460 кг можно собрать природный источник тока с электродвижущей силой $\varepsilon \approx 3$ В и максимальным значением тока $I \approx 0,125$ А, используя как параллельное, так и последовательное соединения источников тока.

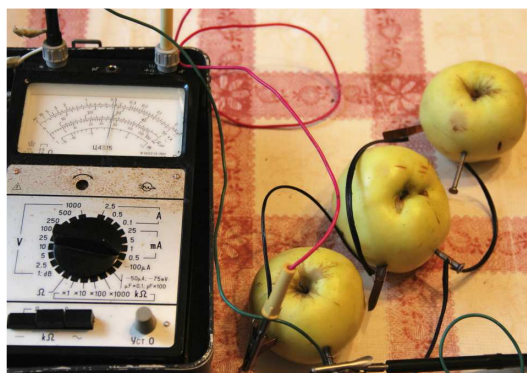


Рис. 2. Параллельное соединение источников из трех яблок

В лекционных демонстрациях показ работы природных источников тока вызывает живой интерес у школьников и студентов, а также позволяет изучать различные схемы соединений таких источников. По окончании опытов эти источники можно использовать по их прямому назначению.

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов в 5т. Т.Ш. Электричество. — 4-е изд., стереот. — М.: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2002, с. 656.

О СОЗДАНИИ НОВЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ПО ФИЗИКЕ (БАКАЛАВРИАТ)

Захаров В.Г., Авенариус И.А.

Москва, Россия, Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет
vladimir.zakharov@list.ru; avenarius@list.ru

Сокращение общего числа учебного времени, выделяемого на физику в рамках программ бакалавриата с необходимостью предполагает создание новых учебных пособий по теоретическому курсу, а также задачников для семинарских занятий и описаний лабораторных работ. Известные и хорошо себя зарекомендовавшие пособия, к сожалению, уже не могут удовлетворять современным программам курса физики для бакалавров, хотя и могут служить базисом для написания новых пособий, которых в настоящее время довольно мало.

Программы бакалавриата по физике в МАДИ ориентированы на 2–3 семестра с еженедельными лекциями в первых двух семестрах и черезнедельными в третьем семестре. Известный курс физики И.В. Савельева, который хотя и входит в список основной литературы во многих технических университетах, является для бакалавров достаточно сложным. Опыт показывает, что правильно отобрать нужный материал студенту без помощи преподавателя трудно. Зачастую современный студент предпочитает черпать информацию (во многих случаях сомнительную) из Интернета.

Из последних удачных пособий для бакалавриата следует отметить книгу Трофимовой Т.И. [1], хотя некоторые разделы, например, физика твёрдого тела, а также основы квантовой механики там освещены недостаточно полно.

Методические вопросы преподавания физики для бакалавров обсуждались [2] на ФССО-2013 и нашли своё отражение при создании нового пособия.

При создании любого учебного пособия по теоретическому курсу всегда возникает проблема оптимального выбора, который непременно связан с будущей специализацией студента (квантовая механика может и не понадобится дорожному инженеру, а понадобится специалисту по электронике). Тем не менее, несмотря на то, что всю физику в такое пособие включить невозможно, необходимо помнить, что физика – фундаментальная наука, а не набор формул, которые превращают учебное пособие в справочник.

Запланированное к печати на 2015 год учебное пособие [3] основывается на предыдущих изданиях [4, 5] и опыте преподавательской работы авторов в МАДИ и МАИ.

Известно, что нельзя вывести основные законы, такие как законы Ньютона, закон Кулона или уравнение Шредингера, но то, что вывести можно, нужно стараться вывести в наиболее доступной для студента форме.

В новом пособии четыре части – по две на каждый семестр двухсеместрового курса (преобладающего для большинства специальностей МАДИ):

- I. Механика;
- II. Силовые поля;
- III. Колебания и волны. Основы квантовой физики;
- IV. Строение вещества.

Как видно, отсутствуют традиционные разделы «Молекулярная физика» и «Оптика», хотя им в курсе и уделено определённое место.

«Механика» – большой и очень важный для любого инженера раздел о самой простой форме движения материи (но не самой простой для понимания студентом!) Здесь же рассматриваются азы специальной теории относительности. Рассматривается релятивистская энергия и энергия покоя, причём масса представляется как инвариантная величина – мера инертности, гравитационного взаимодействия и количества вещества (нет *массы покоя* m_0 и формулы $m(v) = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$). Не рассматриваются, к сожалению, неинерциальные системы координат как не входящие в *Примерные программы дисциплины «Физика» для ГОС 3-го поколения*, рекомендованные Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки РФ для вузов. Большое внимание уделяется физическим явлениям и величинам, представляющим интерес при создании инженерных конструкций (момент импульса, момент инерции, законы сохранения и условия их выполнения в неидеальных ситуациях – незамкнутые системы и т.п.)

В «Силовых полях» рассматривается *поле* как область пространства, где проявляется действие сил – гравитационных и электромагнитных. При анализе гравитационного поля акцент делается на движение тел в этом поле, поскольку главная область инженерного приложения этой главы – космос и движение космических кораблей.

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля даются в интегральной форме, которая представляется более простой с точки зрения интерпретации физического смысла.

В части III обобщённым образом описываются и механические, и электрические гармонические колебания, а любой волновой процесс, описываемый в простейшем случае двумерной функцией $\xi(x, t)$ зависимости смещения от координаты волнового поля и времени представляется как колебание большого количества пружинных маятников, совершающих гармонические колебания с некоторым фазовым сдвигом.

Переход к интерференции, а затем и к дифракции получается очень естественным и наглядно демонстрируется на лекционных занятиях в проекции для колебаний двух вибраторов в водяной ванне, а затем и оптическими интерференционными схемами (опыт Юнга, бипризма Френеля и – на лабораторных занятиях – кольца Ньютона).

Особое место в пособии для студентов автомобильно-дорожного университета уделяется эффекту Доплера и его применению [6] для определения скорости движущегося объекта (автомобиля). Здесь подробно рассматривается случай малых скоростей объекта ($v \ll c$) и критерии для минимально возможного значения обнаружимого превышения скорости. Здесь же рассматриваются ударные волны Маха. Подраздел волновых и оптических явлений заканчивается фотоэффектом, эффектом Комптона и корпускулярно-волновым дуализмом с дальнейшим переходом к теории де-Бройля и основам квантовой физики (понятие о волновой функции, стационарное уравнение Шредингера и его применение к задачам о потенциальной яме, потенциальном барьере и гармоническом осцилляторе).

Часть «Строение вещества» включает не только атом, ядро и элементарные частицы, но и молекулярную физику с термодинамикой, которые в традиционных курсах физики обычно следуют за механикой. В пользу такого перемещения говорит то, что современному студенту излагать молекулярную физику с чисто классических позиций уже нельзя. Бурное развитие статистических методов исследования

требует и нового подхода к изложению давно известных закономерностей и анализу сферы их применимости, что невозможно без предварительного знакомства с основами квантовой механики.

Что касается других учебных пособий – по семинарским занятиям и лабораторным работам, то здесь, по-видимому, тоже необходима большая работа по приведению этих пособий в соответствие с теоретическим курсом. Труднее всего, конечно, с лабораторными работами. Описания составляются кафедрами по тем работам, которые имеются на кафедре. Ограниченное количество установок приводит к тому, что часто приходится давать работы по материалу, который еще не читался лектором, либо давать работы в компьютерном варианте, что не всегда целесообразно. Всё-таки на лабораторных работах надо работать руками и приучать студента к эксперименту и реальным измерительным приборам.

1. Трофимова Т.И. Физика: учебник для образовательных учреждений высшего профессионального образования / Т.И. Трофимова – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.

2. Авенариус И.А., Захаров В.Г. Методическое обеспечение курса физики для бакалавров. Материалы XII Международной научной конференции ФССО-2013. Т.1. С. 120-123.

3. Захаров В.Г. Физика для бакалавров: Учебное пособие (в печати) / МАДИ(ГТУ). – М., 2015. – 240 с.

4. Сазонова З.С., Захаров В.Г. Физика для инженеров: Учебное пособие / МАДИ(ТУ). – М., 2001. – 128 с.

5. Захаров В.Г. Физика для инженеров. Учеб. Пособие: Ч.3. Колебания и волны. Основы квантовой физики/ МАДИ(ГТУ). - М., 2007. – 174 с.

6. Авенариус И.А., Захаров В.Г. Эффект Доплера и ударные волны Маха в лекционной графической интерпретации. Материалы X Международной научной конференции ФССО-2009. Т.1. С. 137-139.

ТЕСТ ПЕРЕД ЭКЗАМЕНОМ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВТОРОГО КУРСА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

Иванова (Полякова) И.Б., Митин И.В., Иванов В.Ю.

Москва, Россия, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
ib.polyakova@physics.msu.ru

В настоящем докладе речь идёт о тесте перед экзаменом по электромагнетизму, проводимом на физическом факультете МГУ для студентов второго курса. Электричество и магнетизм в курсе общей физики на физическом факультете изучается в третьем семестре (осенний семестр второго курса). На предыдущих конференциях ФССО мы делали доклады о тестах перед экзаменом по механике [1] и тестах перед экзаменом по молекулярной физике и термодинамике [2]. Данный тест является третьей частью системы тестов перед экзаменами, разрабатываемой на кафедре общей физики физического факультета МГУ.

Раздел «Электромагнетизм» продолжает знакомство студентов с общей физикой, после того как изучены разделы «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика». В общей концепции преподавания физики на физическом факультете МГУ студенты в данном разделе логически завершают знакомство со структурой вещества, начатое в предыдущих разделах курса общей физики, и закладывают базу для изучения последующих разделов, таких как «Оптика» и «Атомная физика». В арсенал студентов входят новые абстрактные модели: точечный заряд, дипольный и магнитный моменты, однородное поле, элемент тока, безграничный ди-

электрик и др. Подробно изучается новый вид взаимодействия – электромагнитное взаимодействие – и основные законы, управляющие этим взаимодействием. Среди новых для студентов понятий можно отметить понятия о циркуляции векторного поля по замкнутому контуру (ротор) и о потоке векторного поля через замкнутую поверхность (дивергенция), а также соответствующие теоремы, математически выраженные уравнениями Максвелла. На новом уровне изучаются уже известные студентам со школы законы: закон Кулона, закон Ома, закон электромагнитной индукции Фарадея. Курс электромагнетизма очень важен для студентов, т.к. создаёт базу для последующих теоретических курсов физики.

Хотя в процессе обучения студенты пишут контрольные работы, проходят компьютерные тестирования, работают в практикуме, оценка качества знаний и степени усвоения ими того или иного курса в первую очередь производится на экзамене. И здесь очень важную роль играет объективность оценки, уровень контроля знаний, единство критериев оценки и быстрота вынесения решения. Тесты перед экзаменами существенно помогают решить все эти проблемы. Напомним коротко, зачем, по нашему мнению, нужны тесты перед экзаменами.

При традиционном проведении экзамена студент отвечает на вопросы доставшегося ему билета, и этих ответов может оказаться недостаточно, чтобы оценить насколько хорошо студент усвоил материал всего курса, ведь в конкретном билете всего два вопроса, содержание которых может касаться лишь двух узких аспектов сдаваемого предмета. Например, возьмём следующий билет по курсу «Электричество и магнетизм»: **вопрос 1)** *Элементарный ток и его магнитный момент. Поле элементарного тока. Элементарный магнитный момент в магнитном поле. Понятие о магнитном диполь-дипольном взаимодействии.* **Вопрос 2)** *Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Термоэлектродвижущая сила. Термопара. Термобатарея. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.* Видно, что для ответа на такой билет студенту не требуется знания основных законов и формул изучаемого курса (как то: теорема Гаусса, теорема о циркуляции, уравнения Максвелла и т.д.). Среди других проблем следует отметить следующие. Во-первых, разная степень сложности билетов. Есть билеты, как говорится, «трудные», а есть – весьма простые. Во-вторых, случайность выбора билета. Студент может «выучить» лишь несколько билетов и получить один из них на экзамене и наоборот. В-третьих, при подготовке к ответу на вопросы билета студенты имеют возможность воспользоваться шпаргалками, так как вопросы билетов известны им заранее. И, наконец, последнее, преподавателю нужно придумывать какие-то дополнительные вопросы, если он хочет более широко проверить знания студента. Имея на руках ответы студента на тест перед экзаменом, преподаватель легко решает все перечисленные выше проблемы.

Сам тест занимает у студентов первые 15 минут экзамена. За это время они должны письменно ответить на 10 вопросов теста. После этого листы с ответами сдаются преподавателю, и студенты получают билеты и готовятся по ним к беседе с преподавателем. Таким образом, у преподавателя к моменту беседы со студентом появляется «документ», который отражает реальное знание студентом базовых законов и формул изучаемого курса, и который может быть использован преподавателем для повышения объективности оценивания знаний студентов на экзамене. Заметим, что тест не подменяет собой экзаменационный билет, а лишь делает более гибким процесс проверки знаний студентов. Окончательное решение об оценке за экзамен преподаватель принимает на основании ответа на основной билет. Но

ещё раз повторим, что мы считаем, что ответы на вопросы теста объективно отражают реальные знания студента по базовому материалу курса.

Чтобы делать такой вывод, нужно создать тест перед экзаменом, который должен по возможности более полно охватить весь курс изучаемого предмета. В нашем тесте по электромагнетизму мы старались придерживаться следующей структуры:

- 1 вопрос – электростатическое поле;
- 2 вопрос – проводники в электростатическом поле;
- 3 вопрос – электростатическое поле в веществе, энергия поля;
- 4 вопрос – основные теоремы для векторов электростатического поля, граничные условия;
- 5 – 6 вопросы – конденсаторы, силы в электростатическом поле;
- 7 вопрос – постоянный ток, магнитное поле в вакууме;
- 8 вопрос – основные теоремы для векторов магнитного поля, граничные условия;
- 9 вопрос – магнитное поле в веществе;
- 10 вопрос – колебательный контур, переменный ток.

Приведём вариант теста перед экзаменом по курсу «Электричество и магнетизм».

1. Зависимость напряжённости электростатического поля равномерно заряженного шара от расстояния r до центра шара (график):	
2. В центре равномерно заряженной проводящей сферы (радиус R , заряд Q) находится точечный электрический заряд q . Потенциал электростатического поля на расстоянии $r=R/2$ от центра сферы равен (формула):	
3. Граничное условие для нормальной составляющей вектора электрической индукции (формула):	
4. Аналог теоремы Гаусса для вектора поляризации в дифференциальной форме (формула):	
5. Плоский воздушный конденсатор (площадь каждой из пластин S , расстояние между ними d) зарядили от источника постоянного напряжения и отключили от источника, при этом заряд каждой из пластин равен q_0 . Пространство между пластинами конденсатора полностью заполнили твёрдой диэлектрической пластиной с проницаемостью ϵ . Как изменится сила, действующая на каждую из пластин конденсатора (формула):	
6. Плоский заряженный конденсатор наполовину заполнен диэлектриком с проницаемостью $\epsilon=2$ (см. рисунок). Нарисовать линии индукции электрического поля внутри конденсатора (с соблюдением пропорций):	
7. Работа сил Ампера при элементарном перемещении контура с током I во внешнем магнитном поле (формула):	
8. Теорема о циркуляции вектора намагничённости в дифференциальной форме (формула):	
9. Вдоль длинного однородного цилиндрического провода из парамагнетика ($\mu > 1$) радиуса R течёт постоянный ток I (плотность тока $j=\text{const}$). Нарисовать зависимость величины индукции магнитного поля от расстояния до оси провода (график):	

10. Цепь состоит из конденсатора C и катушки индуктивности L , соединённых параллельно. Импеданс цепи на частоте ω равен (формула):	
--	--

Приведённый вариант теста перед экзаменом охватывает основные разделы курса электромагнетизма и даёт представление о характере возможных дополнительных вопросов, которые основаны на материале экзаменационных билетов. Всего для каждого экзамена создаётся восемь различных вариантов теста.

1. Полякова И.Б., Иванов В.Ю. Тест перед экзаменом по физике (механика) как инструмент проверки базовых знаний студентов. Материалы XI Международной конференции «Физика в системе современного образования (ФССО – 11)», Волгоград, Россия, 19 - 23 сентября 2011 года, т. 1, с. 75-78.

2. Полякова И.Б., Иванов В.Ю. Проверка базовых знаний студентов по молекулярной физике и термодинамике с помощью теста перед экзаменом. Материалы XII Международной научной конференции «Физика в системе современного образования (ФССО – 13)», Петрозаводск, Россия, 3 - 7 июня 2013 года, т. 1, с. 167 - 170.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Ипполитова Г.К.

Россия, Москва, Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)
ipppgalina@yandex.ru

В последние годы в МАДИ наблюдается рост абитуриентов, выбирающих заочную форму обучения, что дает им возможность одновременно учиться и работать. Большинство таких абитуриентов уже знакомы со своей специальностью на практике и выбирают новое направление обучения вполне сознательно. В ряде случаев студенты уже имеют высшее образование, по большей части юридическое или экономическое столь модное в 90-х годах прошлого века. Инженерное образование - это уже второе образование, необходимость которого студенты поняли на своей работе и которое сейчас более востребовано. Можно отметить также причины материального характера и возможность карьерного роста. Основные особенности заочного обучения – это то, что лектор уже не является источником знаний для студентов, а только определяет траекторию обучения, пути и методы освоения материала.

Как указано в государственных образовательных стандартах 3-го поколения, дисциплина «Физика» предназначена для ознакомления студентов с современной физической картиной мира, историей развития физики и основных её открытий, обучения грамотному применению положений фундаментальной физики, а также выработки у студентов основ естественнонаучного мировоззрения. Заочная форма обучения – организации учебного процесса, которая сочетает в себе черты дневного образования и самообучения. Большой объём знаний студенты заочного обучения осваивают самостоятельно. Однако, в соответствии с государственными стандартами подготовки специалистов с высшим образованием заочная форма обучения осуществляется по тем же учебным планам и в том же объеме что и дневная, поскольку Диплом о высшем образовании един как для студентов дневной, так и заочной формы обучения.

Студенты МАДИ заочного отделения изучают физику 2 семестра, на устано-

вочные лекции отводится 6 часов в семестр. За эти небольшие аудиторные часы нужно рассмотреть всю программу курса физики. В связи с такими сложными задачами возникает вопрос, как построить установочные лекции с тем, чтобы максимально полно ознакомить студентов с программой курса, какие аспекты курса вынести на обсуждение, а что оставить для самостоятельного решения. Необходимо, чтобы студентам был приятен и интересен сам процесс обучения, а не только его возможные результаты.

Для этих целей в первую очередь актуально усовершенствовать установочную лекцию – сделать ее мультимедийной, сочетая традиционную лекцию и презентацию. Это позволяет одновременно задействовать разнообразные формы представления учебной информации (графическая, текстовая, аудиовизуальная), объединенные в единую структуру. Информация представляется в максимально наглядном и легко воспринимаемом виде. Динамические слайд-лекции обеспечивают теоретическую основу обучения, формируют у студентов ориентиры для самостоятельной работы над курсом. К достоинствам такого изложения материала можно отнести повышение заинтересованности обучаемых материалом, который излагает лектор, большую степень визуализации, возможность показа физических явлений и процессов без потери времени на наладку оборудования. Для технических вузов особенно важна возможность демонстрации применения физических открытий на современных производствах. Применение презентаций позволяет увеличить долю учебного материала, обсуждаемого в ходе очных учебных занятий, что позволяет компенсировать недостаток учебного времени, отводимого на изучение предмета.

Задача физики — получение объективных знаний об окружающем мире, познание законов, по которым он функционирует и развивается. Обладая этим знанием, человеку намного легче преобразовывать мир. Таким образом, наука представляет собой сферу культуры, наиболее тесно связанную с задачей непосредственного преобразования мира, повышения его комфортности и удобства для человека. Именно бурный рост науки, начавшийся в Новое время, создал современную техническую цивилизацию — мир, в котором мы сегодня живем

Опыт преподавания показывает, что для заочного обучения наиболее важными является следующие принципы построения курса физики.

1. Ознакомление с историей развития физики и основных её открытий очень важны для студентов. В настоящее время знание истории физических открытий - это необходимый культурный багаж любого интеллигентного человека. История физики - часть исторической культуры. Фотографии первооткрывателей, основные научные достижения, схемы их опытов слайд- лекции позволяют это сделать наглядно.

2. Заочное обучение часто выбирают взрослые люди. При обучении взрослых необходимо учитывать некоторые социальные, физиологические и производственные факторы, влияющие на процессы обучения. Физиологические функции взрослого человека, связанные с процессом обучения (зрение, слух, память, быстрота и гибкость мышления, скорость восприятия) могут быть несколько снижены. Поэтому желательно исключить из лекций выводы формул и громоздкие математические выкладки. Для их самостоятельного усвоения достаточно указать разделы в учебниках и пособиях. Законы можно представить в презентации в законченном виде, привести их формулировки и обсудить их физический смысл.

3. Особенно актуален вопрос о соответствии содержание учебного процесса современному состоянию науки. Несомненно, что в изучаемом курсе физики

должны быть отражены наиболее яркие научные достижения и технические разработки в науке и технике последних лет. Многие современные проблемы невозможно детально рассмотреть в довольно ограниченном курсе физики. Однако можно привести их в виде иллюстративного материала для “базового содержания” и предложить в виде тем для самостоятельной работы студентов. При таком подходе студенту предоставляется возможность приобрести современные знания и значительно расширить свой кругозор. Как показывает опыт преподавания в МАДИ, наибольший интерес слушателей вызывают современные аспекты науки и техники, которые «на слуху», обсуждаются в печати и в информационных каналах. Такие темы как, достижения в области элементарных частиц, ядерная энергетика и ее безопасность, конструкция адронного коллайдера вызывают у слушателей наибольший интерес.

Современная физика - часть общечеловеческой культуры, характеризующая интеллектуальный уровень общества, степень понимания основ мироздания. Физика по-прежнему сохраняет роль лидера естествознания, определяя стиль и уровень научного мышления. Задача физики — получение объективных знаний об окружающем мире, познание законов, по которым он функционирует и развивается. Обладая этим знанием, человеку намного легче преобразовывать мир. Таким образом, физика представляет собой сферу культуры, наиболее тесно связанную с задачей непосредственного преобразования мира, повышения его комфортности и удобства для человека. Именно бурный рост физики в прошлом веке, создал современную техническую цивилизацию — мир, в котором мы сегодня живем

МЕТАСТАБИЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ В ОДНОМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Исмагилов Р.Г.

Санкт-Петербург, Россия, Военная академия связи

ravismagilov@yandex.ru

В курсе физики, а именно в разделах, посвященных квантовым явлениям, не редко используется понятие метастабильного состояния. Приходится говорить о таких состояниях при объяснении работы лазера, при объяснении альфа-распада ядер, большого числа эффектов в твердых телах. В последнее время к числу этих тем добавилась физика квантовых точек (нанопизика) и очень перспективный элемент – резонансный туннельный диод. При этом какого-либо последовательного описания метастабильных состояний в общем курсе физики нет, а в теоретических курсах такое понятие возникает только в теории рассеяния или в теории излучения.

В этой работе в рамках одномерной квантовой механики рассматривается задача об определении квазиэнергии частицы [1], движение которой ограничено двумя дельта-барьерами. При малой прозрачности барьеров частица может находиться между ними очень долго, т.е. такое локализованное состояние будет метастабильным.

Пусть потенциальная энергия $V(x)$ частицы массы m имеет вид:

$V(x) = V_0\delta(x+a) + V_0\delta(x-a)$, т.е в точках $x = \pm a$ находятся дельта барьеры, которые не позволяют частице свободно перемещаться вдоль оси Ox . Тогда волновая функция частицы

$$\Psi(x, t) = e^{-iEt/\hbar} \psi(x), \quad (1)$$

и стационарная волновая функция удовлетворяет уравнению:

$$\psi'' + k^2\psi = 0, \quad k^2 = 2mE/\hbar^2 \quad (2)$$

во всех точках, кроме $x = \pm a$.

В области $x < -a$ (область 1) решение должно описывать волну, убегающую против оси Ox , в области $x > a$ (область 3) решение соответствует волне распространяющейся вдоль оси Ox , а в области 2 на интервале $(-a, a)$ решение имеет вид стоячей волны:

$$\psi(x) = \begin{cases} A_1 e^{-ikx} & x < -a \\ B_1 e^{ikx} + B_2 e^{-ikx} & -a < x < a \\ A_2 e^{ikx} & x > a \end{cases} \quad (3)$$

Решение должно удовлетворять также условиям непрерывности функции и скачка её производной в точках $x = \pm a$. Ввиду симметрии задачи удобно по отдельности рассмотреть четные и нечетные решения. Тогда условия можно накладывать только в одной точке.

Четные решения. В этом случае $A_1 = A_2 = A$, $B_1 = B_2 = B$ и условия в точке $x = a$ имеют вид:

$$\begin{aligned} \psi(a+0) = \psi(a-0) &\Rightarrow Ae^{ika} = 2B \cos(ka) \\ \psi'(a+0) - \psi'(a-0) = c\psi(a) &\Rightarrow ikAe^{ika} + 2kB \sin(ka) = cAe^{ika} \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь c – параметр δ -барьера, $c = 2mV_0/\hbar^2$. Система уравнений (4) имеет отличные от нуля решения лишь в случае равенства нулю ее определителя. Это требование приводит к уравнению

$$k \tan(ka) = c - ik \quad (5)$$

Таким образом, значения k получаются комплексными.

Нечетные решения. В этом случае $A_2 = -A_1 = A$, $B_1 = -B_2 = B$ и условия в точке $x = a$ имеют вид:

$$\begin{aligned} \psi(a+0) = \psi(a-0) &\Rightarrow Ae^{ika} = 2iB \sin(ka) \\ \psi'(a+0) - \psi'(a-0) = c\psi(a) &\Rightarrow ikAe^{ika} - 2ikB \cos(ka) = cAe^{ika} \end{aligned}$$

Аналогично из полученных уравнений вытекает условие:

$$k \cot(ka) = -c + ik \quad (6)$$

Уравнения (5), (6) можно преобразовать и исследовать при больших значениях параметра ca (при этом барьеры почти непрозрачны, и частица долго удерживается во 2 области). Исследуем этот случай в первом приближении.

Четные решения. Запишем уравнение (5) в виде

$$z \tan(z) = u - iz, \quad z = ka, \quad u = ca \ll 1 \quad (7)$$

При большом значении параметра $u = ca \ll 1$ решения уравнения (7) следует искать вблизи полюсов тангенса, т.е. вблизи точек $\pi(n+1/2)$, поэтому сделаем замену:

$$z = \pi(n+1/2) + y, \quad n \in Z$$

Переменную y будем считать малой: $y \ll 1$. В этом приближении тангенс можно заменить на вклад одного полюса:

$$\tan(z) = \tan(\pi(n+1/2) + y) \approx -\frac{1}{y}.$$

Теперь уравнение (7) принимает вид:

$$\frac{\pi(n+1/2)+y}{-y} = u - i(\pi(n+1/2)+y)$$

Пренебрегая слагаемым y^2 , получим

$$y = -\frac{\pi(n+1/2)}{1+u-i\pi(n+1/2)} \approx -\frac{\pi(n+1/2)}{1+u} - \frac{i\pi^2(n+1/2)^2}{(1+u)^2} - \dots$$

Здесь оставлены только первые члены разложения по степеням u как для вещественной, так и мнимой частей решения. В этом приближении переменная z имеет вид:

$$z = \frac{\pi(n+1/2)u}{1+u} - \frac{i\pi^2(n+1/2)^2}{(1+u)^2} - \dots \quad n = 0, 1, 2, \dots,$$

а вычисление энергии приводит к результату:

$$E_n = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2 z^2}{2ma^2} = \frac{h^2(2n+1)^2}{8m(2a)^2} \left[\frac{u}{u+1} - \frac{i\pi u(2n+1)}{(u+1)^3} + \dots \right], \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Нечетные решения. Необходимо провести аналогичные операции с уравнением (7), которое можно записать в виде:

$$z \cot(z) = -u + iz, \quad z = ka, \quad u = ca \ll 1 \quad (9)$$

Решение теперь ищем вблизи полюса котангенса: $z = \pi n + y$, $n \in Z$.

Оставляя от котангенса только вклад одного полюса, приходем к уравнению

$$\pi n + y = (-u + i(\pi n + y))y,$$

которое имеет малое решение y :

$$y = -\frac{\pi n}{1+u-i\pi n} \approx -\frac{\pi n}{1+u} - \frac{i\pi^2 n^2}{(1+u)^2} - \dots$$

Следовательно, решения уравнения (9) можно записать следующим образом:

$$z = \frac{\pi n u}{1+u} - \frac{i\pi^2 n^2}{(1+u)^2} - \dots \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

и расчет энергии приводит к результату:

$$E_n = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2 z^2}{2ma^2} = \frac{h^2(2n)^2}{8m(2a)^2} \left[\left(\frac{u}{u+1} \right)^2 - \frac{i\pi u(2n)}{(u+1)^3} + \dots \right], \quad n = 1, 2, \dots \quad (10)$$

Формулы (9), (10) можно объединить:

$$E_n = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2 z^2}{2ma^2} = \frac{h^2 n^2}{8m(2a)^2} \left[\left(\frac{u}{u+1} \right)^2 - \frac{i\pi u n}{(u+1)^3} + \dots \right], \quad n = 1, 2, \dots \quad (11)$$

В этом выражении нечетные значения n соответствуют четным волновым функциям и наоборот, множитель перед квадратной скобкой – энергия частицы в потенциальной яме (шириной $2a$) с бесконечно высокими стенками, параметр $u = ca \ll 1$ характеризует проницаемость барьеров.

Очевидно, значения квазиэнергии дискретны и комплексны. При этом вещественная часть квазиэнергии оказывается немного меньше значения энергии в яме шириной $2a$ с непроницаемыми стенками.

Мнимая часть квазиэнергии отрицательна, вероятность обнаружения частицы внутри ямы будет убывать со временем по экспоненциальному закону. Введя обозначения:

$$E_n = E_{1n} - i\Gamma_n/2, \quad \Gamma_n/2 = \frac{\hbar^2 n^3}{8m(2a)^2} \cdot \frac{\pi u}{(u+1)^3}$$

получим для вероятности обнаружения частицы внутри ямы:

$$\int_{-a}^a |\psi_n(x,t)|^2 dx \square e^{-\Gamma_n t/\hbar} \int_{-a}^a |\psi_n(x,0)|^2 dx.$$

Следовательно, время жизни метастабильного состояния совпадает с $\tau_n = \hbar/\Gamma_n$.

Заметим также, что в нашем приближении мнимые части квазиэнергии малы по сравнению с вещественными частями при небольших n , поэтому распад состояния происходит медленно по сравнению с колебаниями частицы внутри ямы.

Таким образом, в рамках задачи, которую можно решить простыми алгебраическими средствами, удастся показать наличие дискретных уровней квазиэнергии, вычислить ее значение и определить время жизни состояния.

Подобные модельные задачи можно также решать численно. Так уравнение (7) при $u = ca = 100$ имеет решение $z = 1,555 - 2,394 \cdot 10^{-4}i$. В использованном выше приближении получается $z = 1,555 - 2,419 \cdot 10^{-4}i$ – неплохая точность для первого приближения.

1. А.И. Базь, Я.Б. Зельдович, А.М. Переломов. Рассеяние, реакции и распады в нерелятивистской квантовой механике. М., Наука, 1966.

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В НИЯУ МИФИ

Калашников Н.П., Муравьев-Смирнов С.С.

Москва, Россия, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

SSMuravyevsmirnov@mephi.ru

kalash@mephi.ru

Программа стратегического развития НИЯУ МИФИ предусматривает совершенствование системы набора и форм обучения студентов Института магистратуры НИЯУ МИФИ на базе развития партнерских отношений с предприятиями ГК РОСАТОМ РФ. Новые образовательные программы [1] предусматривают, в том числе и дистанционную форму обучения. В 2013 и 2014 годах впервые в НИЯУ МИФИ проводились дистанционные занятия с магистрантами-сотрудниками АЭС (Курская АЭС, Нововоронежская АЭС, Балаковская АЭС и др.) без отрыва от работы.

Курс «Избранные главы общей физики» (ИГОФ), являясь составной частью магистерской подготовки, должен показать в явной форме насколько правильно подобраны учебно-методические материалы, выбраны подходы и методы обучения для студентов, изучающих ядерные дисциплины в дистанционной форме обучения. Большое значение придается обратной связи – тестированию магистрантов и их отзывам о достижении личных целей изучения общей физики в магистратуре. Продолжительность курса составляет 72 часа.

Цели учебного курса:

- дать общее представление о физической картине мира,
- установить действующие в нем законы, обобщая полученные на млад-

ших курсах знания,

- подготовить магистрантов к различным видам профессиональной деятельности,
- изучить основные методы физических исследований и обозначить области применения этих законов и методов,
- воспитать культуру системного подхода, навыков логического мышления, привычки обдумывать результаты, строить правильные рабочие гипотезы и четко формулировать задачу,
- сформировать общекультурные и профессиональные компетенции. Среди компетенций, которыми должен обладать будущий магистр, на первое место следует поставить **умение** владеть методами работы.

Программа курса ИГОФ состояла из трех модулей. Вводный модуль дает общий обзор программы обучения, проводится классификация разделов, выдается индивидуальное задание для самостоятельной работы - типовые расчеты, список вопросов к экзамену. Методическим обеспечением курса ИГОФ являются известные учебные пособия [2-5]. В программу вводного модуля включены лекции по механике как основе всего курса физики. На практических занятиях разбираются примеры решения типичных задач по механике и электростатике. Вводный модуль реализован на очных занятиях на московской площадке НИЯУ МИФИ.

Второй модуль посвящен самостоятельному решению задач типовых расчетов и проводится в дистанционном режиме. Тематика типовых расчетов включает: физические основы механики, электростатика, оптика, тепловое излучение, кванты света, классическая и квантовая статистика, основы строения вещества. Второй модуль имеет самый большой объем. Преподаватели поддерживали с магистрантами постоянную связь посредством электронной почты. А также проводились занятия на базе Учебно-тренировочного центра Курской АЭС и на базе Учебно-информационного центра Нововоронежской АЭС. Завершается второй модуль изучением тем теоретической части курса, которые вынесены на самостоятельную проработку. По этим темам магистрант в письменном виде представляет конспект, из которого следует, что он самостоятельно полно проработал соответствующие темы. И этот собственноручно написанный конспект необходимо представить на экзамене. Второй модуль заставляет учиться самостоятельно приобретать знания, работать с информацией, овладевать способами познавательной деятельности, которые могут быть полезны для решения проблем окружающей действительности.

Особое внимание уделяется защите типовых расчетов - третий модуль. Третий модуль реализован на очных занятиях на московской площадке НИЯУ МИФИ. Этот модуль также включает консультацию по наиболее трудным вопросам экзаменационных билетов. Защита ТР проводится на собеседовании. От магистрантов требуется продемонстрировать умение объяснять решения задач. По результатам защиты ставится аттестация разделов практической части курса при условии решения всех задач из списка задач типовых расчетов, при наличии собственноручно написанного конспекта лекционного курса. Курс завершается экзаменом, на котором проверялся уровень полученных компетенций.

Общее количество магистрантов, изучавших курсу ИГОФ в 2013-2014 учебном году, составило 18 человек. Это были магистранты – сотрудники Курской АЭС. Число магистрантов в 2014-2015 учебном году превзошло все ожидания, и составило 42 человека: магистранты – сотрудники Курской АЭС, Нововоронежской АЭС, Балаковской АЭС и др. Это приводит к необходимости проводить вход-

ное и итоговое тестирование.

Опыт проведения дистанционного курса ИГОФ убеждает в необходимости проведения регулярных интерактивных лекций, web-семинаров, которые должны сочетаться с самостоятельной работой и активным участием магистрантов, т.к. результат обучения напрямую зависит от самостоятельности, самодисциплины и способностей магистранта.

Как отмечалось в анкетах-отзывах магистрантов, курс ИГОФ дал дополнительный импульс и вызвал интерес для их дальнейшего обучения по направлениям выпускающих кафедр. Заинтересованность большей части магистрантов позволяет надеяться, что полученные в рамках курса ИГОФ знания будут успешно применены в их будущей научно-практической деятельности в области ядерной энергетики.

1. Завестовская И.Н., Калашников Н.П., Крохин О.Н., Муравьев-Смирнов С.С. Актуальные проблемы реализации УМКД общей физики в магистратуре НИЯУ МИФИ // Физическое образование в вузах. Т. 19, N 3, 2013, с.27-32.

2. Калашников Н.П., Смондырев М.А., Основы физики. Упражнения и задачи. – М.: Дрофа. 2007. -464 с.

3. Калашников Н.П., Смондырев М.А., Основы физики т.1. – М.: Дрофа. 2007. -400 с.

4. Калашников Н.П., Смондырев М.А., Основы физики т.2. – М.: Дрофа. 2007. -432 с.

5. Калашников Н.П. Руководство к решению задач по физике. «Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика». –М.: Изд. НИЯУ МИФИ.2012.-252 с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ФОТОИНДУЦИРОВАННЫХ ЯВЛЕНИЙ В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛАХ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ В ОБЛАСТИ ФОТОНИКИ И ОПТОИНФОРМАТИКИ

Кистенева М.Г.¹, Шандаров С.М.¹, Акрестина А.С.¹, Мамбетова К.М.¹,
Поздеева Э.В.², Каргин Ю.Ф.³

¹Томск, Россия, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

²Томск, Россия, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

³Москва, Россия, Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
m-kisteneva@mail.ru

При подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Электроника и наноэлектроника» и «Фотоника и оптоинформатика» понимание физики и ее основных фундаментальных законов является важным как для получения студентами глубоких фундаментальных знаний по таким дисциплинам, как «Оптическая физика», «Оптическое материаловедение», «Материалы нелинейной оптики и динамической голографии», «Взаимодействие оптического излучения с веществом», «Основы фотоники», «Когерентная оптика и голография», так и для успешного участия студентов в научно-исследовательской работе.

Продуктивным является привлечение студентов к научным исследованиям с использованием лабораторного физического эксперимента. Проведение в его рамках изучения фотоиндуцированных явлений в нелинейных фоторефрактивных кристаллах, используемых в устройствах когерентной и нелинейной оптики и динамической голографии, не требует использования лазерных источников большой мощности и позволяет обеспечить междисциплинарный подход при подготовке бака-

лавров и магистров в системе инженерного образования в области фотоники, когерентной и нелинейной оптики и оптического материаловедения.

В настоящем сообщении описаны подходы к проблемно-ориентированному обучению студентов, реализуемые при проведении занятий в форме лабораторного физического эксперимента по исследованию фотоиндуцированных явлений в фоторефрактивных кристаллах. Эти исследования выполняются студентами и проектными группами, сформированными из студентов разных курсов, в рамках технологии группового проектного обучения (ГПО), применяемой в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), на разработанном для этих целей лабораторном комплексе.

Фоточувствительные фоторефрактивные кристаллы являются оптическими материалами, позволяющими наблюдать нелинейные эффекты при малых интенсивностях света. В этих кристаллах возможна запись объемных динамических голограмм. Механизм формирования голограмм связан с фотоиндуцированным перераспределением зарядов по дефектным центрам и возникновением поля пространственного заряда, что вызывает изменение показателя преломления в соответствии с распределением интенсивности света. В связи с этим представляют интерес фоторефрактивные кристаллы класса силленитов, в которых при облучении светом видимого и ближнего ИК-диапазона наблюдаются также и сильные эффекты фотоиндуцированного изменения оптического поглощения.

Для исследования индуцированных светом эффектов в фоторефрактивных кристаллах используется лабораторный комплекс, состоящий из нескольких экспериментальных установок с компьютерным управлением и регистрацией данных, описанных в работах [1,2]. Эти установки позволяют исследовать динамику фотоиндуцированного поглощения света, эффективность двухпучкового взаимодействия лазерного излучения при различных температурах, спектральные зависимости коэффициента поглощения в фоторефрактивных кристаллах при влиянии на них внешних воздействий. В создании комплекса принимали активное участие бакалавры и магистры специальностей «Фотоника и оптоинформатика» и «Электроника и нанoeлектроника» при выполнении выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций.

Первичные навыки освоения методики выполнения экспериментов, компьютерной обработки и численной аппроксимации экспериментальных результатов получают бакалавры специальности «Фотоника и оптоинформатика» в рамках выполнения ими в четвертом семестре курсовой работы по дисциплине «Оптическая физика». Для интерпретации полученных результатов необходимо привлечение знаний, полученных как при изучении общего курса физики (раздел «Оптика»), так и ряда специальных дисциплин. В дальнейшем из бакалавров третьего и четвертого курсов и магистров формируются исследовательские группы в составе 3-5 человек в рамках технологии группового проектного обучения (ГПО) и определяется тема проекта. Это позволяет не только продолжать исследовательскую работу, но и участвовать в совершенствовании и разработке экспериментальных установок, специализированного программного обеспечения и теоретических моделей наблюдаемых экспериментальных явлений. Комплексный характер проводимых исследований углубляет знания, полученные студентами в процессе их обучения на лекционных и практических занятиях, позволяет приобрести навыки по экспериментальному изучению различных свойств нелинейных фоторефрактивных кристаллов и получить представления о междисциплинарном характере исследуемых эффектов,

что способствует формированию целого ряда компетенций, определяемых учебным планом. Таким образом, приобретенные навыки и полученная информация об исследованных эффектах стимулируют более глубокое изучение студентами курсов основного учебного плана и мотивируют к участию в результативной научно-исследовательской работе.

Формирование групп из студентов разных курсов играет положительную роль. В этом случае старшекурсники являются примером, стимулирующим к активному участию в подготовке материалов исследований для представления на конференциях и в публикациях. В свою очередь, магистры могут использовать результаты исследований при подготовке магистерской диссертации. Такая преемственность в выполнении исследований на описанном лабораторном комплексе позволила бакалаврам и магистрам в течение 3 лет стать соавторами 6 статей в рецензируемых научных журналах, включённых в перечень ВАК, авторами более 40 докладов на международных и всероссийских научных конференциях, победителями конкурсов выпускных квалификационных работ. Студент Гребенчуков А.Н. и магистрант Худякова Е.С. стали победителями Всероссийского конкурса выпускных квалификационных работ специалистов, бакалавров и магистров по оптическим и приборостроительным направлениям и специальностям в 2013 и 2014 гг.

Работа выполнена в рамках задания Минобрнауки РФ № 2014/225 (проект № 2491) и НИР по проектной части госзадания № 3.878.2014/ИК.

1. Shandarov S.M., Polyakova L.E., Mandel A.E., Kisteneva M., Vidal J., Kargin Yu.F., Egorysheva A.V. Temperature dependences of optical absorption and its light-induced changes in sillenite crystals. // Proc. SPIE. - 2007. - V.6595. - P.124-131.

2. Шандаров С.М., Кистенева М.Г., Акрестина А.С., Смирнов С.В., Ю.Ф. Каргин. Исследование спектральных зависимостей оптического поглощения в нелинейных кристаллах в лабораторном физическом эксперименте // Физическое образование в вузах. – 2011. – Т.11, №1. – С. 68-74.

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ В ПРИКЛАДНОМ БАКАЛАВРИАТЕ В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Корнева И.П.

Калининград, Россия, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,

Балтийский федеральный университет им. И. Канта
ikorneva05@rambler.ru

В связи с переходом России к уровневому образованию возникла необходимость разграничения требований к выпускникам высших технических учебных заведений различных ступеней - бакалаврам и магистрам. Обоснованность этого подтверждается тем, что во многих развитых странах активно решаются вопросы профессионализации образования [1]. В этой связи особое место занимает прикладной бакалавриат, освоение образовательных программ которого предполагает овладение практическими навыками работы на производстве в сочетании с фундаментальной теоретической подготовкой [2]. В этом учебном году к практико-ориентированным образовательным программам прикладного бакалавриата присоединился и Балтийский федеральный университет им. И. Канта.

Особое место при подготовке бакалавров технического профиля, конкуренто-

способных на современном рынке труда, занимает обучение студентов навыкам работы на современном физическом оборудовании и освоение ими теоретических основ физических методов исследования. Поэтому на современном этапе при разработке основных образовательных программ вузам необходимо особое внимание уделять предметному содержанию и методическому обеспечению основ физики полупроводниковых материалов и приборов на ее основе [3,4]. Выбор данного материала отвечает запросам современного общества в плане подготовки инженерных кадров соответствующего уровня и профиля, свободно ориентирующихся во многих сферах деятельности, способных к профессиональному росту и т.д.

Освоение современных физических методов исследования целесообразно начинать с лабораторного практикума в курсе общей физики. Далее по мере приобретения навыков работы на учебном физическом оборудовании развивать эти умения у студентов-бакалавров можно в рамках курсового проекта. Курсовая работа – это научно-исследовательская или проектно-исследовательская работа, требующая определенного уровня самостоятельности. Выполнение такого вида деятельности предполагает наличие у студента основных знаний по предмету исследования и определенных навыков работы на научном оборудовании.

В качестве примера такого курсового проекта в бакалавриате можно рассмотреть фотоэмиссионные исследования контакта металл – халькогенидный стеклообразный полупроводник (ХСП) с целью совершенствования полупроводниковых приборов на его основе. Устройства, основным элементом которых является выпрямляющий контакт металл-полупроводник, то есть барьер Шоттки, обладают по сравнению с приборами с р-п переходом рядом преимуществ: имеют большую крутизну характеристики ток - напряжение, меньшее напряжение отсечки, низкий коэффициент шума, меньшее время переключения, больший динамический диапазон, низкие интермодуляционные искажения и т.д. Широкое применение приборов с барьером Шоттки ставит проблему поиска новых полупроводниковых материалов и возможности создания на их основе выпрямляющего контакта металл-полупроводник.

При рассмотрении контактных явлений в структуре металл-полупроводник необходимо знать величину такого важного параметра контакта, как высота потенциального барьера на границе раздела. Одним из методов определения высоты барьера между металлом и полупроводником является фотоэмиссионный метод. Он основан на измерениях спектрального распределения фототока в переходах металл-полупроводник и построении на его основе фаулеровских диаграмм.

Выбранный метод изучения контактных явлений позволяет сравнительно просто определить основные характеристики барьера на границе металл-полупроводник.

Перед студентами, выполняющими данную курсовую работу, ставятся следующие задачи:

1. Освоение работы на установках для фотоэмиссионных исследований контакта металл – ХСП и для вакуумного напыления образцов.
2. Освоение технологии изготовления образцов с выпрямляющим контактом металл - аморфный полупроводник.
3. Измерение малых токов.

Установка для исследования фотоэмиссии в структуре металл - аморфная пленка включает в себя следующие блоки: осветитель, монохроматор, измерительный блок с регистрирующим вольтметром, блок питания образца, блок питания

лампы накаливания. Измерение фототока с образца производится по падению напряжения на нагрузочном сопротивлении, помещенном внутри измерительного блока. Напряжение на образец подается со стабилизированного источника питания и измеряется цифровым вольтметром. В данной установке измерения производятся на постоянном токе, что связано с высокоомностью аморфного полупроводникового материала и длительностью переходных процессов в нем.

Во время выполнения данной курсовой работы студенты-бакалавры осваивают работу исследовательской установки, знакомятся с ее функциональными блоками, учатся проводить простейшие измерения на образцах. В их задачу также входит сбор, накопление и обработка экспериментальных данных. Кроме того, студенты-бакалавры должны освоить теоретические основы современных физических экспериментальных методов исследования. В случае данной работы – это фотоэмиссионный метод, метод вакуумного напыления и методы оптической спектроскопии.

Будущий инженер-бакалавр должен знать основные принципы работы экспериментальных установок, функциональные возможности их блоков, основы применяемых современных методов исследования, а также владеть навыками управления установкой и ходом эксперимента. Причем именно практические навыки работы будут наиболее востребованы в его профессиональной деятельности. Поэтому курсовые исследовательские или проектно-исследовательские работы являются важными составляющими практико-направленного обучения студентов в прикладном бакалавриате. Такие работы экспериментальные работы исследовательского характера позволяют обучающимся получить всестороннее представление об изучаемых физических явлениях и процессах, обучить их работе на современном физическом оборудовании в той степени, которая соответствует основной образовательной программе.

Таким образом, в связи возрастающими требованиями к выпускникам вузов, и к бакалаврам, в частности, при обучении прикладных бакалавров необходимо руководствоваться в том числе и такими дидактическими принципами [5]:

- принцип профессиональной направленности учебного процесса;
- принцип соединения учебного и научно-исследовательского труда студентов.

Поэтому в основу методики преподавания курса общей физики и специальных дисциплин необходимо «заложить конкретизированное содержание этих дидактических принципов с учетом специфических методов и способов их реализации». Предметное содержание физики полупроводников и приборов на их основе позволит это сделать в полной мере при обучении бакалавров основам современных экспериментальных методов исследования.

1. Б.Х. Фиапшев Образовательные стандарты, автономия высшей школы, академические свободы. – Монография. - М.: Народное образование, 2007. – 215 с.
2. <http://www.edu.ru/abitur/act.76/index.php>.
3. С.Д. Ханин, И.И. Хинич Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения: Монография. –СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 108 с.
4. Хинич И.И. Научно-методическое обеспечение целостности и продуктивности в исследовательском обучении физике при подготовке педагогических кадров: Монография. – СПб.: Санкт-Петербург XXI век, 2009. – 231 с.
5. Бушок Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. – К.: «Освита Украины», 2009. – 415 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ КРАЯ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ПРИ ФОТОСТИМУЛИРОВАННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В ХСП В ФИЗИЧЕСКОМ СПЕЦПРАКТИКУМЕ

Корнева И.П.¹, Корнев К.П.²

¹Калининград, Россия, Балтийская государственная академия
рыбопромышленного флота,

²Калининград, Россия, Балтийский федеральный университет им. И. Канта
ikorneva05@rambler.ru

В связи с переходом к уровневой системе высшего образования в России встает вопрос об организации физического практикума в образовательном процессе. В этом случае приходится разделять роль и функции лабораторного практикума в бакалавриате и магистратуре. Так, Королев М.Ю. и Петрова Е.Б. [1] задачами лабораторного практикума в бакалавриате считают следующие:

- углубление и расширение теоретических знаний по курсу физики, применение теоретических знаний на практике;
- изучение избранных тем курса физики, вынесенных на самостоятельное рассмотрение в лабораторный практикум;
- изучение физических экспериментальных методов, применяемых в естественных и технических науках.

Практикум в бакалавриате фактически является базой для дальнейшего развития компетенций в области эксперимента. Таким образом, студент, поступивший в магистратуру, имеет исходные представления об эксперименте и целях его проведения [1].

Цели и задачи магистерского образования в БФУ им. И. Канта определяются основополагающими документами [2-4]. Согласно этим документам, магистратура нацелена на подготовку высококлассных специалистов, способных:

- творчески применять полученные фундаментальные и инструментальные знания для решения сложных прикладных задач; заниматься исследовательской деятельностью в рамках выбранного направления;
- на современном уровне разрабатывать, исследовать, модифицировать и использовать в технологических процессах для различных отраслей микроэлектроники наноструктуры и наноматериалы неорганической и органической природы.

В результате учебного процесса должны быть развиты следующие навыки:

- способность понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований;
- способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации;
- способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований.

Для достижения указанных компетенций у магистров направлений подготовки «Электроника и микроэлектроника», «Электронные приборы и устройства», «Физика наноматериалов и наноструктур в электронных системах» необходимо:

- получение ими глубоких фундаментальных знаний в области фотоники, когерентной и нелинейной оптики и оптического материаловедения,
- приобретение практических навыков по исследованию оптических свойств нелинейных и фоточувствительных материалов.

Решение указанных задач немыслимо без организации специального физического практикума высокого уровня. При организации такого практикума целесообразно использовать современные методы исследований и материалы с неординарными свойствами.

Предлагаемые для исследования в данной работе плёнки халькогенидных полупроводников (ХП) обладают рядом свойств, изучение природы которых представляет научный и практический интерес. Аморфные полупроводники находят широкое применение благодаря своим уникальным свойствам. В частности, большой интерес представляет применение плёнок ХП в голографических супермикрочипах на основе Se и S, позволяющих производить перезапись изображения. Кроме того, эти плёнки полезны для применений в оптических элементах ИС, поскольку они обладают высокой прозрачностью в ближней ИК-области. Привлекает внимание возможность использования плёнок As - Se - S - Ge в интегральной оптике, поскольку в них наблюдаются индуцированные светом и электронным лучом изменения показателя преломления при высоком разрешении [5, 6].

В настоящей работе описывается установка для проведения исследований спектральных зависимостей оптического поглощения при фотостимулированных превращениях в ХСП, а также пример результатов исследования, полученных на данном оборудовании. Исследования выполняются магистрами в рамках специального физического практикума.

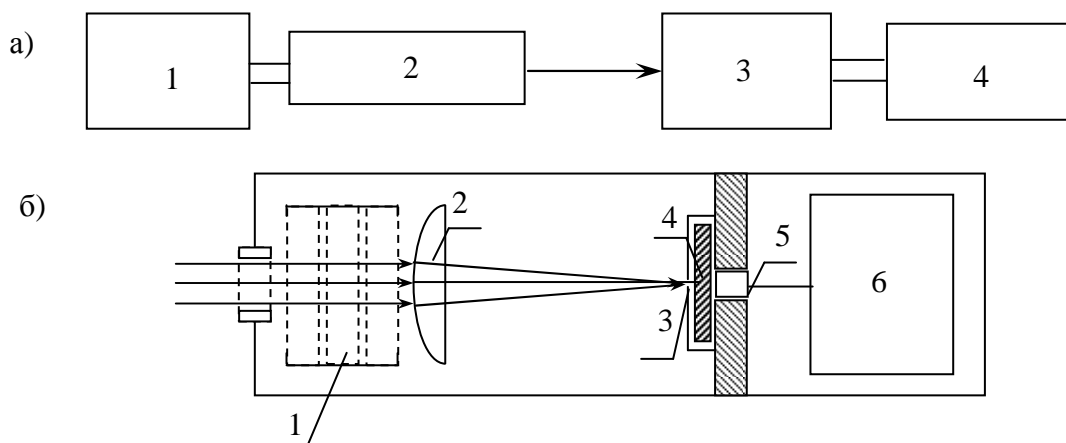


Рис. 1. Блок-схема (а) и измерительный блок (б) установки для изучения фотостимулированных превращений в ХСП: 1 – держатели для световых фильтров, 2 – линза, 3 - диафрагма, 4 – образец плёнки ХСП, 5 – фотодиод, 6 – набор сопротивлений фотодиода

Для исследования зависимости величины сдвига края поглощения от длины световой волны на вакуумной установке было произведено напыление образцов As_2Se_3 . При напылении толщины плёнок определялись по интерференционным полосам, наблюдаемым через смотровой люк вакуумной установки.

Интенсивность проходящего через образец света определяется по величине тока калиброванного фотодиода. Вычисление коэффициента поглощения $\alpha(\lambda)$ производится по формуле (1), где отношение интенсивностей определяется по отношению величин фототоков калиброванного фотодиода.

$$\alpha = \frac{\ln(J/J_0)}{d} \quad (1)$$

Перед проведением измерений необходимо рассчитать абсолютную чувствительность фотодиода, т. е. найти токовую чувствительность установки для различ-

ных длин волн. Данные для этих расчетов были получены на установке ИСП-51, которая, в свою очередь, тоже была проградуирована с использованием линейчатых спектров ртути, водорода, гелия и неона. Измерения сигнала на установке ИСП-51 были проведены в интервале $\lambda = 400 \div 1200$ нм с шагом 25 нм по десять раз для каждой длины волны.

В качестве источника света использовалась лампа накаливания, при этом для расчета мощности падающего из выходной щели на фотодиод излучения использовалось предположение, что излучение вольфрамовой спирали лампы происходит по законам теплового излучения.

$$I(T) = \sigma \cdot \langle a \rangle \cdot T^4 = \frac{P}{S}, \quad (2)$$

где $\langle a \rangle$ – среднее значение поглощательной способности $a(\lambda)$ вольфрама в данном интервале λ , определённое по таблице, P – мощность лампы, S – площадь поверхности нити накала.

Излучение лампы в полный телесный угол:

$$I(\lambda, P) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k} \cdot \sqrt[4]{\langle a \rangle \frac{\sigma \cdot S}{P}}\right) - 1}. \quad (3)$$

Мощность той части излучения, что прошла через входную щель, рассчитывается по формуле:

$$W(\lambda, P) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \Delta\lambda \cdot S \cdot a(\lambda) \cdot \Delta\Omega \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k} \cdot \sqrt[4]{\langle a \rangle \frac{\sigma \cdot S}{P}}\right) - 1}, \quad (4)$$

где $\Delta\lambda$ – часть спектра, вырезаемая выходной щелью, $\Delta\Omega$ – относительный телесный угол, который описывает долю полного излучения лампы, прошедшего через входную щель.

Для исследования фотоиндуцированных превращений образцы были подвергнуты облучению либо лазером ($\lambda = 632.8$ нм), либо излучением лампы накаливания. В предполагаемой точке засветки предварительно измерялся край поглощения для каждого образца. Экспозиция производилась светом с $\langle \lambda \rangle \sim 570$ нм (фильтры ОС12, ЗС7 и СЗС23), $\langle \lambda \rangle \sim 640$ нм (фильтры СЗС23 и КС13).

Обработка данных ведется с помощью пакетов EXCEL и MATHCAD.

Для определения зависимости фотоиндуцированных превращений от времени экспозиции, для каждого вида облучения производится засветка с различным временем экспозиции $t_3 = 30$ с, $t_3 = 60$ с, $t_3 = 120$ с, $t_3 = 240$ с, $t_3 = 480$ с, $t_3 = 960$ с, $t_3 = 1920$ с, $t_3 = 3840$ с.

Методика исследования края поглощения засвеченных таким образом плёнок аналогична методике, описанной ранее, для незасвеченных пленок.

1. Королев М.Ю., Петрова Е. Б. Метод моделирования в лабораторном практикуме (магистерская программа «Современное естественнонаучное образование») // Физическое образование в вузах. Том 17, № 1, 2011, с.102-114.

2. Федеральные законы Российской Федерации: «Об образовании» (от 10 июля 1992 г. №3266-1) и «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» (от 22 августа 1996 г. №125-ФЗ);

3. Типовое положение об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2008 г. №71;
4. Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 011200.68 «Физика» высшего профессионального образования (магистратура), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «18» ноября 2009 г. № 637.
5. Меден А., Шо М. Физика и применение аморфных полупроводников.- М.: Мир, 1991, 669 с.
6. Электронные явления в халькогенидных стеклообразных полупроводниках. Л.П. Казакова, Э.А.Лебедев, Э.А. Сморгонская и др., отв. ред. К.Д. Цэндин. Спб.: Наука 1996. 486 с.

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ПАРАДИХЛОРБЕНЗОЛЕ КАК ПРИМЕР ОБУЧЕНИЯ МЕТОДАМ ЯКР В АСПИРАНТУРЕ

Корнева И.П., Синявский Н.Я.

Калининград, Россия, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, Балтийский федеральный университет им. И. Канта
ikorneva05@rambler.ru

В сентябре 2013 г. в нашей стране вступил в силу закон "Об образовании в Российской Федерации", который определяет, что аспирантура относится к программам высшего образования для подготовки кадров высшей квалификации [1]. Для поступления в аспирантуру необходимо пройти программы специалитета или магистратуры. Таким образом, для освоения конечной программы высшего образования аспирант технического направления должен быть готов к самостоятельной поисково-познавательной деятельности в научно-исследовательской лаборатории к поиску адекватных методов исследования проблемы, их реализации на практике, сбору и обработке полученных экспериментальных данных с помощью современных прикладных стандартных и оригинальных программ.

В этой связи актуальными являются разработки в области методического освоения исследовательской и проектно-исследовательской деятельности в аспирантуре и их практическая реализация. Первоначальные исследовательские навыки аспирант приобретает при обучении в бакалавриате, затем достаточный уровень владения навыками работы на экспериментальных установках, методика проведения эксперимента, овладение знаниями об аналитических возможностях современных методов исследования обучающийся получает и осваивает в магистратуре. И, наконец, в аспирантуре происходит окончательное формирование его исследовательских умений, которое включает умение самостоятельно организовать научно-исследовательские работы, выбрать соответствующую методику, оценить эффективность результатов и дальнейшее внедрение [2]. Выполнение аспирантами научной исследовательской работы является эффективным шагом в сфере их практической подготовки, такая работа способствует реализации их возможностей в профессиональной сфере [3, 4].

Исследовательскую и проектно-исследовательскую работу в аспирантуре технических направлений необходимо выполнять на материале высокого уровня значимости с применением современной аппаратуры. Примером такой работы могут быть исследования фазовых переходов в молекулярном кристалле парадихлорбензола методом релаксометрии ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) с инверсией преобразования Лапласа [5]. ЯКР применяется для наблюдения фазовых перехо-

дов в различных веществах, в том числе и в молекулярных кристаллах. Зная интенсивность сигнала и резонансную частоту, можно получить некоторую информацию о системе. Например, определить трансформированную часть массы, температуру изменения фазы. Релаксация сигналов ЯКР в твердых телах очень сильно зависят от степени упорядоченности в образце. В некристаллических образцах релаксация происходит, как правило, быстрее, чем кристаллических. Этот факт важен при изучении неоднородных твердых тел, таких как микро-нано-композитные материалы и пористые среды.

Полиморфные превращения являются фазовыми переходами, вызывающими перегруппировки молекул в кристаллах. Актуальной задачей является поиск механизмов для объяснения этого явления.

Экспериментальные исследования выполняются аспирантами на спектрометре ЯКР Testag Apollo с программным обеспечением TNMR. Предполагается высокий уровень умения работы на данном оборудовании. Для измерения времени спин-решеточной релаксации T_1 в этом исследовательском задании используется импульсная последовательность инверсии-восстановления $180^\circ - \tau - 90^\circ$. Для измерения времени спин-спиновой релаксации T_2 используется последовательность Carr - Purcell - Meiboom - Gill (CPMG). Время релаксации T_2^* измеряется из формы сигнала эха Хана. Для измерения времени спин-решеточной релаксации во вращающейся системе координат $T_{1\rho}$ используется последовательность со spin-locking импульсом переменной длительности. Все импульсные последовательности хорошо известны и не требуют специального описания. При изучении процессов во времени используется скрипт "Kinetics Experiment" программного обеспечения TNMR. Для инверсии преобразования Лапласа используется программа RILT (Regularized Inverse Laplace Transform), описанная в работе Iari-Gabriel Marino [6].

В результате выполнения работы измерены распределения времен релаксации T_1 , $T_{1\rho}$ и T_2^* для α - и β - фаз парадихлорбензола. Исследованы факторы нетермического происхождения, оказывающие влияние на фазовые переходы. Изучено влияние предварительной механической обработки образца (измельчение), вызывающей механические напряжения и изменение спектральных и релаксационных параметров образца и последующего их восстановления.

На рис. 1 показано изменение спектра ЯКР ^{35}Cl парадихлорбензола при переходе из жидкой фазы в твердую поликристаллическую β -фазу в процессе свободного остывания на воздухе. Зависимость частоты ЯКР от температуры объясняет смещение линии при остывании образца. Наличие двух линий в некоторых спектрах связано с градиентом температуры в неустановившемся режиме.

В работе исследовались различные пористые вещества (древесина, пшено, пробка, кирпич, силикагель), поры которых заполнялись расплавленным парадихлорбензолом. В порах этих веществ не наблюдалось перехода парадихлорбензола с течением времени из β -фазы в α -фазу. Значит, в порах устойчивой является β -фаза. На рис. 2 представлен спектр ЯКР ^{35}Cl при температуре $T = 298 \text{ K}$ для образца из древесины. Линия, соответствующая β -фазе принадлежит веществу в порах, а линия α -фазы – парадихлорбензолу на поверхности деревянных палочек.

Установлено, что после затвердевания парадихлорбензола из расплавленного состояния образуется только β - фаза, которая со временем самопроизвольно переходит в устойчивую α - фазу. В пористом материале, предварительно пропитанном расплавленным образцом, самопроизвольный фазовый переход не происходит и устойчиво сохраняется β - фаза.

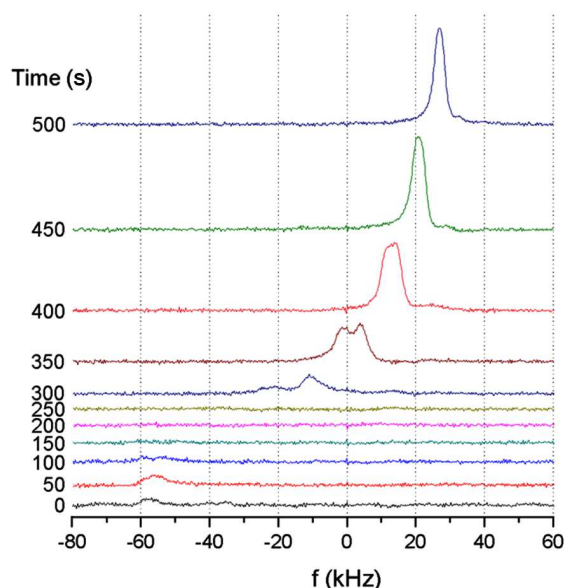


Рис.1. Изменение спектра ЯКР в парадихлорбензоле при изменении температуры от 331 К до 302 К (переход из жидкой фазы в твердую β - фазу), $f_0 = 34.254$ МГц

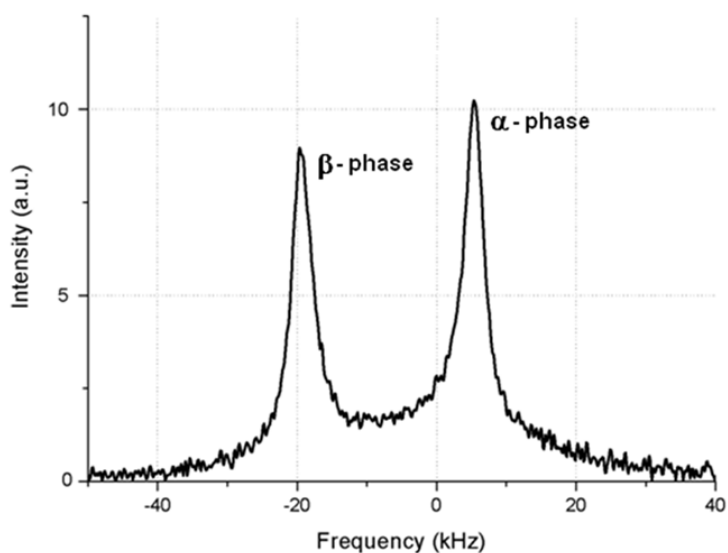


Рис. 2. Спектр ЯКР ^{35}Cl при $T = 298$ К, $f_0 = 34.26$ МГц от образца из древесины, пропитанной парадихлорбензолом

Результаты данной исследовательской работы представляют значительный интерес для изучения механизмов фазовых переходов в молекулярных кристаллах. В дальнейшем предполагается выяснение роли примесей, влияния пористых сред, внешних воздействий с помощью методов релаксометрии ЯКР, основанной на инверсии преобразования Лапласа.

Таким образом, данная экспериментальная работа способствует развитию таких характерных черт, присущих специалисту высшего звена, как высокий уровень теоретических знаний, широкий кругозор в тех разделах научного знания, соответствующих профилю подготовки (в данном случае физики, математики, материаловедения и т.д.), владение методологической культурой проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных. Совокупность таких качеств позволяет аспиранту к концу обучения представить научно-квалификационную работу – кандидатскую диссертацию, и успешно ее защитить [3].

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".
2. Комлацкий, В.И. Планирование и организация научных исследований: учебное пособие/ В.И. Комлацкий, С.В. Логинов, В.Г. Комлацкий. - Ростов н/Д: Феникс, 2014 г. - 204 с.
3. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и КО», 2014. – 244 с.
4. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 224 с.
5. Dolinenkov P., Korneva I., Sinyavsky N., The application of the NQR relaxometry for the study of phase transitions in the molecular crystals. 11th International Symposium and Summer School «Biomolecular NMR and related phenomena», 7-11 July, St. Petersburg, Book of Abstracts, p.44.
6. Iari-Gabriel Marino, Regularized Inverse Laplace Transform, <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/6523-rilt/content/rilt.m>

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ ФОРМАТ В ЛЕКЦИОННОМ КУРСЕ ДЛЯ МАТЕРИАЛОВЕДОВ «ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ»

Курашев С.М.

Москва, Россия, НИТУ «МИСИС»

sku111@outlook.com

Автор читает спецкурс «Физика волновых процессов» на протяжении почти трех десятилетий. На этом продолжительном промежутке курс существенно трансформировался, совершенствуя форму и содержание. В разные времена курс читался «специалистам» в шестом, иногда, в восьмом семестрах, затем «бакалаврам» в восьмом семестре. В 2007 был сформирован УМКД «Физика волновых процессов» для магистров первого года обучения. Значительная часть курса, отдельные его разделы: Колебания и волны, Волновая оптика, – составляют обязательный блок в трехсеместровом курсе Общей физике, читаемом студентам материаловедов (институт ИНМИН). Курс состоит из 17 двухчасовых лекций и 17 сопровождающих семинарских занятий (всего 34 аудиторных часа).

Учебно-методическое сопровождение курса представлено изданными в 2010 г. Курсом лекций [7] и в 2011 г. сборником задач [8], прошедших рецензирование на кафедрах общей физики Физического факультета МГУ, МФТИ, в Научном центре волновых исследований ИОФАН, а также, неофициально, в ФИАН.

На семинарских занятиях используется специально подобранный банк проблемных заданий и разной степени сложности задач (многие из которых имеют авторский характер), ориентированный прежде всего на активизацию учебного процесса аудитории.

Состоявшаяся в последние годы революция в аудиторном преподавании дисциплин в формате лекционных мультимедийных презентаций со всеми невероятными возможностями подачи материала, получила адекватный ответ в пакете лекционных презентаций курса: Колебания (8 Лекций), Электромагнитные волны (3Лекции), Волновая оптика (10 Лекций), Квантовая оптика (5 Лекций).

Мультимедийный формат чтения лекционных курсов предполагает существенное расширение возможностей лектора наглядно и эффективно продемонстрировать слушателям проблемные моменты, сложно воспринимаемые аудиторией данного курса. Мультимедийная технология [5], [6]. построения лекционного курса основывается на активном использовании моделирующих возможностей изложения, суть которой в использовании апелляции к образному восприятию как к первому шагу в изучении сложных процессов развития волновых явлений в простран-

стве и во времени. Рассмотренный формат изложения лекционного курса эпатирует аудиторию, создает впечатление более яркого, запоминающегося, а, главное, понятного восприятия материала.

После этого наступает очередь рационального подхода с применением математики сложных дифференциальных уравнений, непостижимым образом описывающих сложнейшие природные процессы [3], [4]. Изложение теории волновых явлений предполагает использование естественной математики: дифференциальных уравнений вообще и дифференциальных уравнений в частных производных, формализма комплексных волновых функций, классического векторного анализа, элементов дифференциальной геометрии, т.е. языка на котором разговаривает современная наука, исследующая волновые процессы. Изучающий спецкурс слушатель должен быть подготовленным к математическому минимуму, необходимому для реализации первых попыток решения научных проблем. Неизменным кредо для автора всегда была потребность излагать научные проблемы максимально возможно просто, но при этом, используя адекватный математический язык.

Обратная связь лекционного восприятия обучаемым контингентом реализована регулярным тестированием в заключительном аккорде лекции ($\tau \leq 5$ -ти последних минут). Теоретический уровень, интерфейс, формат контролирующих тестов воспроизводят рисунки: (рис. 1.) и (рис. 2.).

Ответ сдают справившиеся с тестовыми заданиями в начале следующего текущей лекции еженедельного семинара. Результат, выраженный в баллах, можно накопить в процессе семестрового обучения в пределах 20 - бального тестового кармана. Заключительный письменный экзамен состоит из 10 проблем-вопросов, каждый из которых оценивается в 4 балла, при этом максимальный результат экзамена 40 баллов.

Сюжет

В упругой среде возбуждена волна частотой 50 Гц.
 Амплитуда колебаний частиц среды – $A = 1$ мм.
 Плотность среды – $\rho = 10^3$ кг/м³
 скорость распространения упругих волн в данной среде – $v = 300$ м/с.

Найти:

λ , м	E , Н/м ²	Z , Н·с/м ³	U_0 , м/с	σ_0 , Н/м ²
---------------	------------------------	--------------------------	-------------	-------------------------------

Выбрать правильный ответ.

Шифр	λ , м	E , Н/м ²	Z , Н·с/м ³	U_0 , м/с	σ_0 , Н/м ²
1	2	$3 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^5$	1,884	$1,256 \cdot 10^6$
2	4	$6 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^6$	1,570	$0,942 \cdot 10^3$
3	6	$9 \cdot 10^7$	$9 \cdot 10^7$	1,256	$3,768 \cdot 10^4$
4	8	$12 \cdot 10^8$	$12 \cdot 10^7$	0,628	$4,710 \cdot 10^3$
5	10	$15 \cdot 10^8$	$15 \cdot 10^8$	0,314	$0,628 \cdot 10^2$

Тесты к лекции 01 (2)

Рис. 1. Тест к Лекции: Волны в упругих средах. Удельное акустическое сопротивление

**В бегущей волне некоторая точка упругой среды
 в некоторый момент времени имеет амплитудное
 отклонение A .**
**Какое отклонение имеет точка
 среды, находящаяся на расстоянии Δx
 от данной точки в
 момент времени
 по истечении
 промежутка Δt
 от данного момента времени?**

Δt	Δx	Направление распространения волны	
$T/4$	$\lambda/4$	+	-
$T/4$	$-\lambda/4$	+	-
$T/2$	$\lambda/2$	+	-
$T/2$	$-\lambda/2$	+	-




Рис. 2. Тест к Лекции: Бегущие и стоячие волны. Энергетические соотношения

Таким образом, регулярная систематическая работа организованного слушателя позволяет в полтора раза повысить его семестровый результат, выраженный в балльном эквиваленте.

Каждый читаемый теоретический курс обязан быть адекватным аудитории, к которой он обращен, поэтому автор декларирует дифференцируемый подход [1], [2]. Качественное образование неизбежно предполагает дифференцированный подход к обучаемому контингенту, т.е. работу с учетом реальности обстоятельств. Выявление лидирующего состава и создание адекватных условий для его прогрессирующего качественного развития является приоритетной задачей педагогического процесса. Достигается камерностью сюжета, т.е. небольшим потоком с превалирующим в процентном отношении превышением желающих познавать слушателей над неуспевающей (или плохо успевающей) частью аудитории. Работа с лидирующим составом предполагает хорошо продуманную систему факультативных проблемных тем для решения (задач) и консультативных занятий (консультаций) для собеседований и обсуждения способов решения. Недостатком курса в связи с последним реально считать отсутствие сборника (задачника) проблемных вопросов и задач.

Над реализацией и воплощением в жизнь провозглашенной цели в настоящее время работает автор.

1. Курашев С.М. Экспериментальный компонент в спецкурсе «ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ / Современный физический практикум: Сборник трудов XII Международной учебно-методической конференции под ред. Н.В. Калачева и М.Б. Шапочкина, Москва: Издательский дом Московского физического общества, 2012, с.с.127 – 128/

2. Курашев С.М. Технология дифференцируемого обучения в преподавании курса «ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ» / Физика в системе современного образования (ФССО-11): Материалы XI Международной конференции, Т.1, Волгоград: Издательство ВГСПУ «Перемена», 2011, с.с.134 – 137/ ISBN 978-5-9935-0231-1

3. Курашев С.М. Оптика диэлектриков и металлов в формализме комплексного представления электромагнитного поля (в теории Максвелла) / Физика в системе современного образования (ФССО-13): Материалы XII Международной научной конференции, Т.1, Петрозаводск: Издательство Петр ГУ, 2013, с.с.85 – 89/ ISBN 978-5-8021-1655-5

4. Курашев С.М. Оптика анизотропных сред в формализме комплексного представления электромагнитного поля (в теории Максвелла) / Физика в системе современного образования (ФССО-13): Материалы XII Международной научной конференции, Т.1, Петрозаводск: Издательство Петр ГУ, 2013, с.с.81 – 85/ ISBN 978-5-8021-1655-5

5. Курашев С.М. Виртуальный лекционный эксперимент в курсе «ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ» - моделирование интерференции двух плоских электромагнитных волн, распространяющихся ортогонально. Динамика вектора Пойтинга в произвольной точке / Современный физический практикум: Сборник трудов XIII Международной учебно-методической конференции под ред. Н.В. Калачева и М.Б. Шапочкина г. Новосибирск, Москва: Издательский дом Московского физического общества, 2014, с.с.88 – 89/ ISBN 978-5-9900230-8-6

6. Курашев С.М. Виртуальный лекционный эксперимент в курсе «ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ» - моделирование одномерных упругих волн на границе раздела двух сред / Современный физический практикум: Сборник трудов XIII Международной учебно-методической конференции под ред. Н.В. Калачева и М.Б. Шапочкина г. Новосибирск, Москва: Издательский дом Московского физического общества, 2014, с.с.95 – 96 ISBN 978-5-9900230-8-6

7. Курашев С.М. Физика: Волновые процессы: Курс лекций. Ч.1. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2010. – 224 с./ ISBN 978-5-87623-345-5

8. Курашев С.М. Физика: Волновые процессы, оптика и атомная физика: сб. задач/ – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. – 119 с./ ISBN 978-5-87623-494-0

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМД-МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ СВОЙСТВ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МАТЕРИАЛОВ В КОНДЕНСИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ

Кустов А.И.¹, Мигель И.А.²

¹Воронеж, Россия, Воронежский гос. пед. университет

²Воронеж, Россия, ВУНЦ ВВС ВВА им. профессора Н.Е.Жуковского и

Ю.А.Гагарина

akvor@yandex.ru

В настоящее время *инженерное и технологическое* образование играют всё более важную роль в жизни современного общества. Поэтому проблемы трансформации и модернизации процесса такого образования бесспорно актуальны. Они решаются в рамках различных направлений, однако наиболее перспективными, на наш взгляд, являются направления, связанные как с разработкой *новых методик* в рамках традиционных курсов, так и с формированием новых дисциплин. Причём, в обоих случаях образовательный процесс должен обеспечивать *комплексное изучение* предмета дисциплины.

Рассмотрим предложенный нами *алгоритм* построения инженерного образования на примере проблемы изучения свойств приповерхностных слоев материалов в конденсированном состоянии (КС). Эта проблема имеет самостоятельное значение в целом ряде дисциплин, как фундаментальных, так и прикладных, технологических [1,2]. В подавляющем числе случаев такие свойства материалов как упругость, прочность, пластичность и проч., определяются параметрами приповерхностных слоев. Причём, эти параметры в значительной степени задаются характеристиками систем дефектов или уровнем флуктуаций свойств изучаемых слоев [3]. Поэтому, в рамках системы инженерного образования группой студентов (*minilab*) разрабатывается алгоритм решения проблемы. Осуществление такой стратегии и

обеспечивает высокий уровень инженерного образования. В такой *алгоритм* входят: формулировка предмета и целей исследований; параметры и характеристики материалов, анализ которых позволит решить поставленные задачи; круг методов, обеспечивающих взаимодополняющие измерения искомым параметрам; предложения по разработке дополнительных методов и их внедрение; этап получения результатов, их анализ и выводы по работе. В рамках этой стратегии нами было предложено решать задачу исследования флуктуаций свойств приповерхностных слоев материалов на основе АМД-методов [4,5]. Суть получения информации в этом случае заключена в облучении образца акустической волной, которая изменяет свои фазу и амплитуду, в зависимости от характеристик материалов. Анализ отраженной волны позволяет оценить уровень физических характеристик и степень их изменения [6].

Рассмотрим один из возможных *алгоритмов развития инженерных представлений*, формируемых в образовательном процессе ВУЗов различного профиля, обеспечивающего высокую эффективность обучения, опирающийся на *базовые физические представления* (в области физики колебаний, оптики, систем получения изображений, принципов акустической микроскопии и проч.).

На первом этапе исследований были получены $V(Z)$ -кривые для кристаллических полупроводников. По полученным из них величинам ΔZ_N были рассчитаны значения скоростей v_R (ПАВ) в различных материалах. Результаты расчётов v_R совпали в пределах погрешности 1-3% со значениями, приводимыми авторами, например, [1,2], что подтверждает высокую точность измерений, проводимых с применением АМД-методов. Пример полученной $V(Z)$ -кривой для Si $\langle 111 \rangle$ представлен на рис.1. При этом элементов структуры материала или флуктуаций акустических свойств не наблюдается (рис. 2).

Второй этап исследований был посвящён исследованию чувствительности САМ к *микродофектам* в кристаллических диэлектриках. Было экспериментально показано, что АМД-методы обеспечивают выявление микродофектов (с размерами до 0,2-0,4 мкм) в приповерхностных слоях толщиной в несколько сотен микрометров. Получение послойной визуализации позволило получить ряд псевдопространственных моделей распределения микродофектов, характеризующих состояние материала (рис. 3).

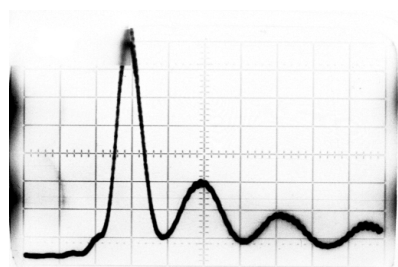


Рис.1. $V(Z)$ -кривая для Si $\langle 111 \rangle$;
 $\Delta Z_N = 35,1$ мкм, масштаб по вертикали 0,4 В, по горизонтали - 1 дел. = 16 мкм

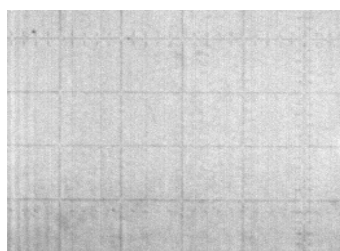


Рис. 2. Акустическое изображение приповерхностных слоев Ge $\langle 111 \rangle$, $f = 404$ МГц, $Z_a = -19$ мкм, масштаб 18 мкм/дел.)

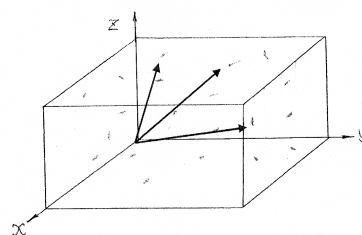


Рис.3. Построение псевдопространственной модели распределения дефектов в диэлектрическом материале

На рис.4 представлена серия $V(Z)$ -кривых, которая демонстрирует, что разработанная методика позволяет выявлять микротрещины шириной даже менее разрешающей способности прибора (САМ). В нашем случае этот параметр составлял 0,3 мкм. Как видно из рисунка, изменение высоты главного максимума в области дефекта размером 200-250 нм может достигать 50-70%.

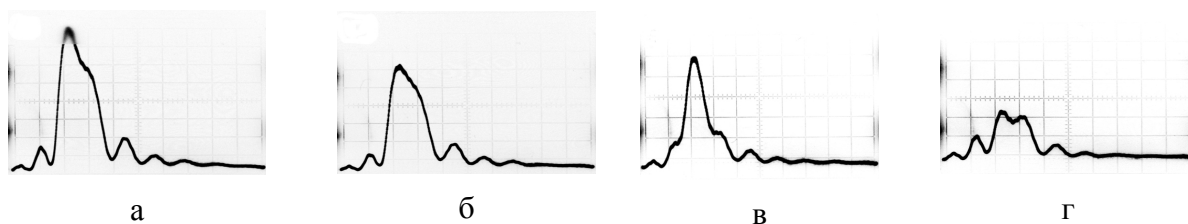


Рис. 4. Трансформация $V(Z)$ -кривой в районе микротрещины в Ge <111> ($v_R = 2,87 \cdot 10^3$ м/с, $\Delta Z_N = 13,25$ мкм, $(\Delta V/V\%)_{\max} = 68\%$, масштаб по вертикали 1 дел.= 0,25 В, по горизонтали – 1 дел.=11 мкм; расстояние от центра а) 40 мкм, б) 20 мкм, в) 10 мкм, г) 0 мкм)

Методы АД позволяют непосредственно наблюдать на акустических изображениях дефекты типа микротрещин. На рис. 5 представлено изображение такого микродефекта в одном из сортов стекла. Изображения такого типа дефектов были получены и в полупроводниковых материалах (Ge<111>, Si<111>), и в сталях (рис.7). Следовательно, экспериментально подтверждено, что характеристика такого типа дефектов может проводиться как в режиме акустической визуализации, так и по $V(Z)$ - кривым.

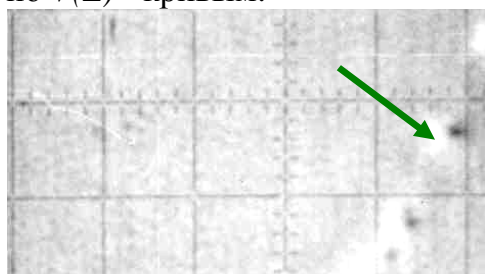


Рис. 5. Акустическое изображение области с микродефектами упругого характера в стекле К-108 ($f = 404$ МГц, H_2O , масштаб 28 мкм/дел., $Z = -12$ мкм)

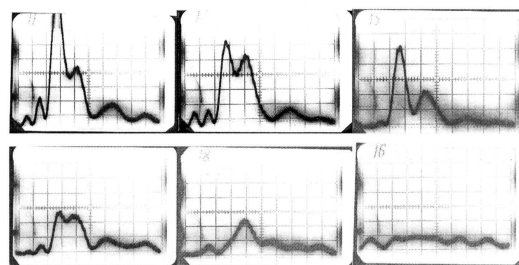


Рис.6. Трансформация $V(Z)$ -кривой в области микротрещины в хрупком материале (ST-срез SiO_2) (от центра дефекта до оси линзы соответственно 60, 40, 30, 20, 10 и 0 мкм; масштаб по вертикали: 0,2 В/дел.)

Третий этап исследований был связан с изучением АД-методами *спекаемых диэлектриков*, типа ЦТС-керамик. Он доказал, что АД-методы обеспечивают визуализацию и характеристику структуры самого материала, системы дефектов в нём. Пример акустического изображения керамического образца представлен на рис. 8. Фиксируя v_R или $\Delta V/V\%$ можно различать материалы с различными системами дефектов. $V(Z)$ -кривая для одного из типов керамик ЦТС представлена на рис. 9.

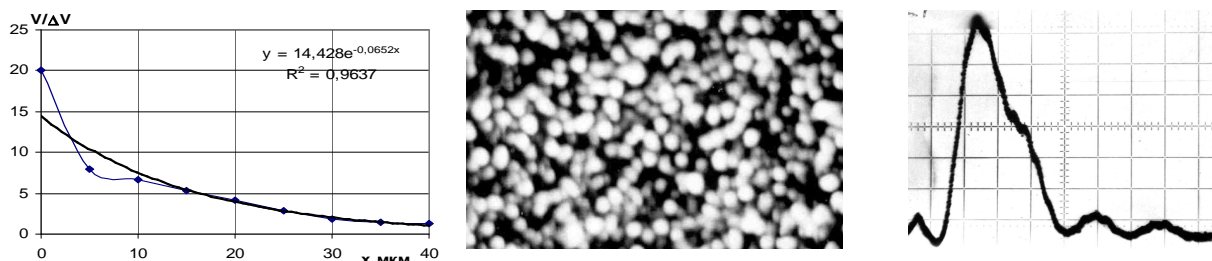


Рис. 7. Экспериментальная зависимость обратного коэффициента поглощения АВ ($V/\Delta V\%$) для стали 18ХГТ от расстояния до центра микротрещины

Рис. 8. Акустическое изображение строения пьезокерамики ЦТС-19 на глубине ~32 мкм (частота 404 МГц, Hg, размер по горизонтали 250 мкм)

Рис. 9. Экспериментальная кривая ЦТС-22 (масштаб по горизонтали 5,2 мкм/дел., $\Delta Z_N = 10,09$ мкм, $v_R = 2,29 \cdot 10^3$ м/с)

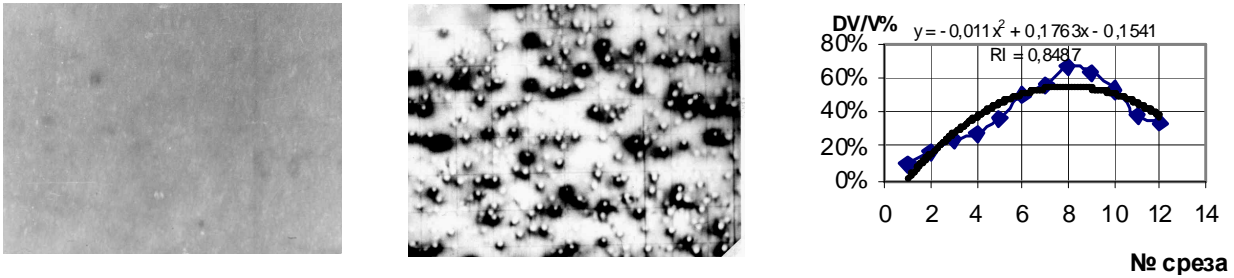


Рис. 10. Сравнительные изображения (оптическое и акустическое) ИСНК-3 с частицами наполнителя ЦТС-35 (масштаб 24 мкм/дел).

Рис. 11. Зависимость уровня поглощения ПАВ $\Delta V/V\%$ для пьезокомпозиата ИСНК-3 с ЦТС-19

Четвёртый этап исследований был посвящён изучению *композиционных материалов*. Рис. 10 показывает, что оптический метод не позволяет визуализировать их строения. На акустическом изображении, при глубине визуализации до 25-30 мкм, отчетливо видны как сами частицы, так и места их расположения. Серия таких изображений позволяет оценить распределение частиц, их плотность в растре и размеры (5-12 мкм). Рис.12 демонстрирует методику поиска оптимального состава пьезокомпозиата с помощью САМ.

Полученные результаты исследования флуктуаций свойств приповерхностных слоев материалов в конденсированном состоянии с помощью АМД-методов демонстрируют эффективность предложенного алгоритма использования физических представлений в системе инженерного образования.

1. Бетехтин В.И., Колобов О.Р., Нарыкова М.В., Кардашев Б.К., Голосов Е.В., Кадомцев А.Г. Механические свойства, плотность и дефектная структура субмикроструктурного титана ВТ1-0, полученного после интенсивной пластической деформации при винтовой и продольной прокатках // ЖТФ. 2011. т.81. №11. С.58-63.

2. Старостенков М.Д., Патудин В.М., Старостенков Д.М., Козлов Э.В. Самоорганизация дефектных структур в кристаллах при деформациях // Известия РАН. Серия физическая. 2004. т.68. №10. С. 1510-1515.

3. Федоров В.А., Тялин Ю.И., Тялина В.А., Плужникова Т.Н., Чемеркина М.В. О зарождении трещин на границе свободного упругого двойника в кальците // Известия РАН, Серия физическая. 2004. т.68. №10. С. 1484-1487.

4. Briggs G.A.D. et al. Acoustic microscopy of Solid Materials // Metallography . 1985 . V.17 . P. 3-34.

5. Кустов А.И., Мигель И.А. Выработка критериев оценки деформации поверхности твердотельных материалов АМД-методами // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. - Тамбов, 2013. – Т. 18.—Вып.4.Часть 2. – 612 с. (с.1875-1877).

6. Кустов А.И., Мигель И.А. Определение параметров упрочнения или восстановления свойств поверхности материалов с помощью инновационных методов физического эксперимента – АМД-методов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения., том 11, №4/2., 2014., с.592 – 598.

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Мамаева И.А.

Кострома, Россия, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Irina-Mamaeva@yandex.ru

Инженерное мышление оперирует образами, которые в «технической реальности» отражаются с помощью понятийных связей между следующими понятиями: моделями (представляющими технический объект или явление определенным образом), характеристиками (описывающими свойства объекта или характеризующими явление), закономерностями (отражающими причинно-следственные связи в поведении объекта или в явлении), методами (способными решить возникшую задачу исследования или преобразования объекта или явления в рассматриваемой технической ситуации). Здесь техническая ситуация понимается как ситуация, в которой мышление субъекта сталкивается в «технической реальности» с задачей, в которой предметом исследования являются реальные технические объекты и их свойства.

Лекционные и практические (решение задач) занятия курса физики способствуют формированию понятийного уровня мышления в области оперирования «моделями», «величинами», «законами», «методами», но «привязывает» их к «теоретическим» объектам (наклонная плоскость, блок, электрическая схема и т.п.), даже если преподаватель использует на своих занятиях демонстрации (особенно, если эти демонстрации – виртуальные). Отметим, что умалять роль этих занятий нельзя, так как они формируют умения работать с моделями объектов или явлений, то есть учат на теоретическом уровне описывать их, исследовать их характеристики, анализировать их свойства или закономерности, выбирать оптимальные методы для перечисленного. Это важная сторона подготовки будущих инженеров.

Лабораторный практикум курса физики – форма обучения, в которой создаются условия для практической деятельности студента. Именно через практическую деятельность студент может получить знания, умения и опыт исследования и преобразования объектов «технической реальности». То есть с помощью лабораторного практикума создаются условия «погружения» субъекта обучения в «техническую реальность». Это не менее важная сторона подготовки будущих инженеров.

Каким образом может быть организован лабораторный практикум курса физики, чтобы оказать помощь студенту в формировании знаний, умений, опыта исследования и преобразования объектов «технической реальности»? Конечно, обеспечение лабораторий физики современными лабораторными установками с современными измерительными устройствами значимо для решения этой задачи. Но, значимо также и то, какие дидактические задачи решаются при проведении лабораторного практикума. Проанализируем имеющую место быть организацию обучения в рамках лабораторного практикума: студент пришел на занятие, не зная, какой эксперимент будет выполнять сегодня, подготовил таблицы для измерений по методичке, провел измерения, сделал расчеты по методичке, заполнил таблицы результатами измерений, защитил лабораторную работу по нескольким контрольным вопросам, повторяющимся от студента к студенту. И сделаем вывод, что при такой организации лабораторных занятий малое количество студентов вовлекается в мыслительную деятельность (интерактивное взаимодействие близко к минимальному значению). Как можно организовать обучение в рамках лабораторного прак-

тикума, чтобы внести большой вклад в формирование инженерного мышления? Для этого необходимо:

1) создать дидактические условия для активной мыслительной деятельности студентов во время подготовки и проведения лабораторных экспериментов (вовлечение студентов на всех этапах в решение задач проведения лабораторного эксперимента и анализа результатов измерений);

2) подготовить такое содержание материально-технической базы лабораторного практикума (проанализировать и выбрать или приобрести лабораторные установки), которые позволяют более эффективно формировать не только физические знания, но и знакомят студентов с объектами современной «технической реальности»,

3) дополнить лаборатории дидактическим материалом, способным «погружать» студента в мир «технической реальности» с помощью изображений (образов) и описания граничных значений характеристик реальных технических и природных объектов.

Необходимо обратить внимание на то, что при решении этих методических задач, системообразующим понятием становится понятие «объект». Поэтому совокупность используемых дидактических материалов и методики обучения, создающей условия для «погружения» студента в мир «технической реальности», и сами условия, может получить название «Объектно-ориентированная среда обучения в лабораторном практикуме» (далее ООС). Дидактическими задачами при обучении в условиях реализации данной среды будут задачи формирования у студентов следующих умений:

1. Распознавание технических объектов.

2. Пояснения обозначений технических объектов в различных схемах, если обозначения технических объектов существуют в ГОСТ, или разработка собственного обозначения (изображения) технического объекта в схеме (например, в схематическом изображении модели эксперимента в лаборатории механики), если обозначения технических объектов не существуют в ГОСТ.

3. Анализ результатов измерений на предмет достоверности с учетом погрешностей измерения не только на основе полученных числовых данных, но и с помощью справочных плакатов.

4. Графическое представление «открываемых» закономерностей свойств объектов или явлений и их соотнесение с техническими объектами или явлениями.

5. Интерпретация результатов измерений, полученных в числовом или в графическом виде, анализ метода измерения и погрешностей измерения (в форме вывода).

В качестве дидактических материалов при обучении в условиях реализации ООС могут быть плакаты трех видов:

1. Плакаты первого вида должны содержать перечисление технических объектов, исследуемых или используемых в данном лабораторном практикуме (в перспективе можно создать в каждой лаборатории виртуальный справочник из технических объектов, изучаемых в курсе физики с возможностью «перелистывать» объекты или «погружаться» в их модели, обозначения, описания, использования). К перечислению желательно добавить изображения объектов. Можно выделить в отдельный плакат изображения измерительных приборов.

2. Плакаты второго вида должны содержать характеристики реальных технических и природных свойств объектов (явлений), позволяющие сравнивать значе-

ния измеренных величин с реальными значениями, соотносить используемые в технике значения с представлением о них и т.п.

3. Плакаты третьего вида уже существуют, они содержат справочные сведения об основных физических константах и о множителях и приставках СИ для образования десятичных кратных и дольных единиц, а также таблица Менделеева. Возможно, их надо будет обновить, выдержав одинаковый с остальными плакатами стиль.

Вывод: внести вклад в формирование мышления будущих инженеров способно создание объектно-ориентированной среды обучения в лабораторном практикуме.

ПРАКТИКУМ ПО РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ БИНАРНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Марченко А.В.¹, Жаркой А.Б.¹, Николаева А.В.¹, Серегин П.П.¹, Бобохужаев К.У.²

¹Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

²Ташкент, Узбекистан, Национальный университет Узбекистана

Современная твердотельная электроника требует привлечения для изготовления приборов новых классов материалов. В частности, кристаллические полупроводники широко заменяются халькогенидными стеклообразными полупроводниками (ХСП), которые нашли применение в телевизионных трубках, в пороговых переключателях, при изготовлении солнечных преобразователей. Особенностью ХСП является то, что они принадлежат к группе соединений переменного состава – в стеклообразном состоянии можно получать однородные материалы в широкой области составов. Однако отсутствие дальнего порядка в стеклах исключает из методов контроля за их химическим составом неразрушающего метода - рентгенофазового анализа. Присутствие во многих халькогенидных стеклах сплавах мышьяка приводит к существенным трудностям при определении их состава классических методов химического анализа (наличие специальной химической лаборатории, длительность анализа, большие погрешности в определении содержания химических элементов). Все это стимулирует развитие новых методов определения количественного состава стекол. Одним из таких методов является метод рентгенофлуоресцентного (рентгеноспектрального эмиссионного) анализа.

В настоящей работе рассмотрены основы лабораторного практикума по рентгенофлуоресцентному анализу бинарных ХСП, служащего в качестве завершающего этапа общефизической лаборатории для студентов физического и химического факультетов Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. При постановке практикума преследовались следующие цели: выработка у студентов навыков работы с современными научно-исследовательскими спектроскопическими приборами, обучение современным методам обработки экспериментальных данных с использованием компьютерных технологий, закрепление знаний в области атомной физики, полученных в лекционных курсах. Непосредственному выполнению практикума предшествует вводное двухчасовое занятие, на котором рассматриваются теоретические основы рентгенофлуоресцентного анализа, а также

двухчасовой семинар для ознакомления студентов с принципами работы на современном рентгенофлуоресцентном спектрометре. Практикум проводится в осеннем семестре первого курса магистратуры, рассчитан на одно четырехчасовое занятие в неделю и состоит из трех разделов: одного лекционного занятия для ознакомления с физическими основами рентгенофлуоресцентной спектроскопии; одного занятия на базе ЦКП «Мессбауэровская спектроскопия» РГПУ им. А.И. Герцена для получения навыков работы со спектрометром; трех занятий в компьютерном классе для проведения анализа и интерпретации спектров, полученных студентами на предыдущем этапе, а также заранее подготовленных спектров.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – это элементный и количественный анализ вещества по его характеристическому рентгеновскому спектру. Принципиальная схема метода приведена на рис. 1. Суть метода – исследуемый образец облучается излучением рентгеновской трубки, в образце возбуждается характеристическое излучение атомов образца, которое измеряется полупроводниковым детектором и анализируется по специальной программе. В настоящем практикуме используется отечественный промышленный спектрометр Art-M, который предназначен для определения качественного и количественного элементного состава твердых, жидких и порошкообразных веществ, а также методические разработки авторов [1,2]. Эффективное возбуждение флуоресценции химических элементов в анализируемом образце (от Mg до U) осуществляется потоком рентгеновского излучения, создаваемого рентгеновской трубкой. Для получения качественной и количественной информации об анализируемом образце спектры обрабатываются при помощи функций программного обеспечения. Спектрометр гарантирует наиболее точный, надежный и высокопроизводительный автоматический микроанализ образцов любой формы и размеров от 0,1 мм и более. Размер анализируемой поверхности (регулируемый) от 1 до 10 мм. Возможно сканирование поверхности образца любого размера с помощью выносного аналитического блока. Время одного измерения – от 15 с до 24 часов (в зависимости от задачи). Спектры рентгеновской флуоресценции измеряются при значениях анодного напряжения U от 20 до 50 кВ.

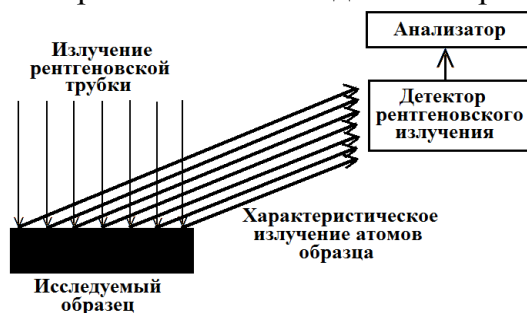


Рис. 1. Принципиальная схема метода рентгенофлуоресцентного анализа

Объектами исследований служат стеклообразные сплавы бинарных систем As_xS_{1-x} ($As_{0.05}S_{0.95}$, $As_{0.1}S_{0.9}$, $As_{0.15}S_{0.85}$, $As_{0.2}S_{0.8}$, $As_{0.22}S_{0.78}$, $As_{0.28}S_{0.72}$, $As_{0.37}S_{0.63}$, $As_{0.38}S_{0.62}$, $As_{0.39}S_{0.61}$, $As_{0.4}S_{0.6}$, $As_{0.41}S_{0.59}$, $As_{0.45}S_{0.55}$, $As_{0.48}S_{0.52}$, $As_{0.52}S_{0.48}$, $As_{0.58}S_{0.42}$), As_xSe_{1-x} ($As_{0.02}Se_{0.98}$, $As_{0.1}Se_{0.9}$, $As_{0.286}Se_{0.714}$, $As_{0.4}Se_{0.6}$, $As_{0.417}Se_{0.583}$, $As_{0.5}Se_{0.5}$, $As_{0.6}Se_{0.4}$), Ge_xS_{1-x} ($Ge_{0.4}S_{0.6}$, $Ge_{0.357}S_{0.643}$, $Ge_{0.333}S_{0.667}$) и Ge_xSe_{1-x} ($Ge_{0.1}Se_{0.9}$, $Ge_{0.2}Se_{0.8}$, $Ge_{0.333}Se_{0.667}$, $Ge_{0.4}Se_{0.6}$) Составы образцов приведены по составу исходной шихты, определенной с погрешностью ± 0.001 . Спектры характеристического рентгеновского излучения стеклообразных сплавов и соединений содержали все линии К-серий германия, мышьяка и селена, причем наиболее интенсивные линии пред-

ставляли собой суперпозицию их $K_{\alpha 1}$ и $K_{\alpha 2}$ компонент (рис. 2). Поэтому студентам предлагается ограничиться рассмотрением именно этих линий.

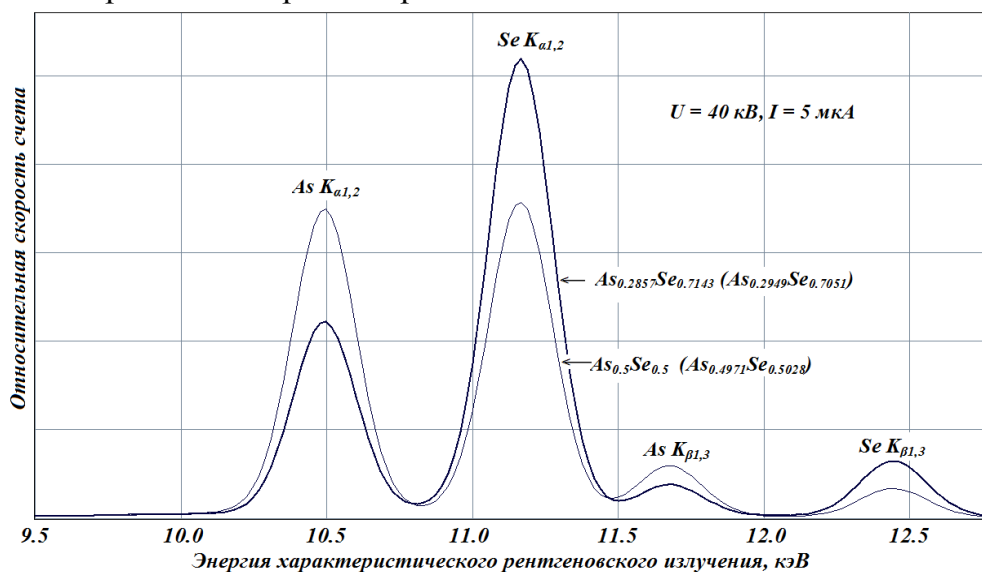


Рис. 2. Рентгенофлуоресцентные спектры стекол $As_{0.2857}Se_{0.7143}$ и $As_{0.5}Se_{0.5}$ при анодном напряжении 40 кВ и катодном токе 5 мкА

Для бинарного сплава состава A_xB_{1-x} при выбранных параметрах спектрометра (анодное напряжение, катодный ток, загрузка детектора, расстояние между облучаемой поверхностью и детектором) спектр измеряется пять раз в одной точке (облучаемая площадь составляла 1-4 мм²), определяются площади под $K_{\alpha 1\alpha 2}$ -линиями элементов S_A и S_B , по соотношению $x_{P\Phi A} = \frac{S_A}{S_A + S_B}$ определяется атомная доля элемента А (здесь индекс «PΦA» означает, что значение x определены из данных рентгенофлуоресцентного анализа). Затем определяется среднее значение

$$(x_{P\Phi A})_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^5 (x_{P\Phi A})_i}{5}, \text{ абсолютная погрешность отдельного измерения } |(\Delta x_{P\Phi A})_i| = |(x_{P\Phi A})_{cp} - (x_{P\Phi A})_i| \text{ и, наконец, абсолютная погрешность измерения } \Delta(x_{P\Phi A}) = \frac{\sum_{i=1}^5 |(\Delta x_{P\Phi A})_i|}{5} \text{ атомной доли элемента А. Абсолютная погрешность измерений } x_{P\Phi A} \text{ не должна превышать } \pm 0.0002.$$

Для определения содержания германия, мышьяка, серы и селена в бинарных сплавах используется метод стандарта. С этой целью измеряются рентгенофлуоресцентные спектры стандартов (GeS_2 , $GeSe_2$, As_2S_3 и As_2Se_3 , выбор этих сплавов в качестве стандартов объясняется тем, что они могут быть получены в стеклообразном состоянии методом сплавления исходных компонент). Для спектров стандартов определялись площади под $K_{\alpha 1,2}$ -линиями германия, мышьяка и селена и по вышеприведенным соотношениям определялись атомные доли германия и мышьяка. Затем строились зависимости $x_{P\Phi A} = f(x)$ по трем точкам: для $x = 0$ (для нее принималось $x_{P\Phi A} = 0$), для $x = 1$ (для нее принималось $x_{P\Phi A} = 1$) и для x стандарта (указанная зависимость для стекол As_xSe_{1-x} представлена на рис. 3). Эти зависимости должны быть аппроксимированы полиномами второй степени, которые служат

градуировочными соотношениями для определения состава мишеней по полученному из спектров значению x_{PFA} .

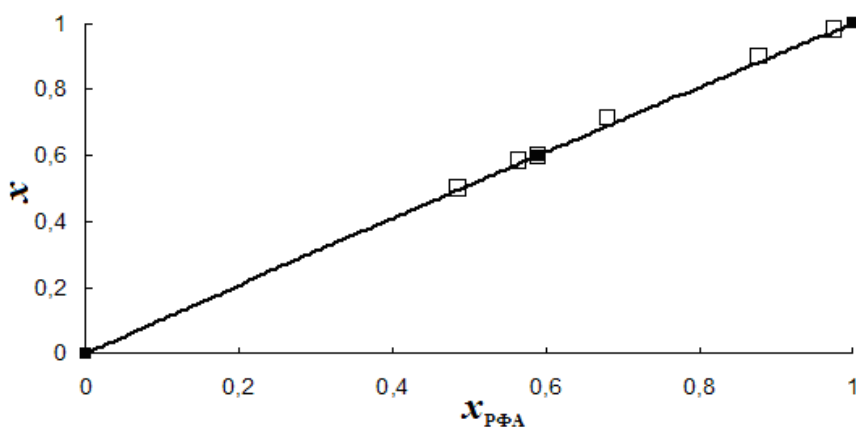


Рис. 3. Калибровочная зависимость $x = f(x_{PFA})$, для стекол $As_{1-x}Se_x$ (сплошная линия), построенная по трем точкам (они обозначены черными квадратами) и аппроксимированная полиномом $x = -0.0431 x_{PFA}^2 + 1.0431 x_{PFA}$. Светлыми квадратами показаны значения x_{PFA} и x для стекол $As_{1-x}Se_x$.

1. Бордовский Г.А., Марченко А.В., Серегин П.П. Способ повышения точности определения количественного состава бинарных стеклообразных халькогенидных пленок переменного состава $A_{100-x}B_x$ ($A = P, As, Sb, Bi$ и $B = S, Se, Te$). Патент на изобретение № 2433388, приоритет изобретения 30.06.2010г., зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10.11.2011г.

2. Бордовский Г. А., Марченко А. В., Серегин П. П., Бобохужаев К. У. Примесные атомы олова в стеклообразных As_xS_{1-x} и As_xSe_{1-x} . Неорганические материалы. 2014. Т. 50. № 11. с. 1254–1260.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Масленникова Л.В., Родиошкина Ю.Г.

Саранск, Россия, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева
jgrim@mail.ru

Концепция модернизации российского образования определяет основные задачи профессионального образования: подготовка квалифицированного специалиста, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Современный подход к фундаментализации высшего технического образования предполагает формирование целостной системы знаний как основы профессиональной компетентности. Формирование профессиональной компетентности должно основываться на фундаментальной и профессиональной направленности обучения, интегрированных в каждом разделе изучаемой дисциплины, для последовательного развития необходимых инженерных знаний не на отвлеченных понятиях, а на конкретных примерах из будущей профессиональной деятельности [1].

При построении методической системы обучения, направленной на формирование профессиональной компетентности будущих специалистов, должны учитываться и такие принципы как: научности, доступности, системности, межпредметных связей и т.д., что существенно не только к содержанию предметного образова-

ния, но и ко всей методической системе обучения, к каждому ее компоненту.

Методическая система обучения различных дисциплин студентов технических вузов, входящая как подсистема в единую систему высшего технического образования, представляет собой целостное образование, которое позволяет формировать у студентов не только знания по данной дисциплине, но и умения применять их в будущей производственной, научной и внедренческой деятельности, соединяющее фундаментальную и прикладную подготовку. Например, методологические основы концепции методической системой обучения курса физики студентов технических вузов составляют:

- сложившийся в дидактике подход к структуре учебного предмета, в соответствии с которым в учебном предмете «физика» выделяются содержательный и процессуальный блок;

- идея взаимосвязи физической и технической картин мира, позволяющая обосновать взаимосвязь принципов фундаментальности и профессиональной направленности при обучении физике студентов технических вузов [2,3];

- идея педагогической интеграции, позволяющая выдвинуть частнометодический принцип единства фундаментальности и профессиональной направленности [3,4].

Значительный вклад в становление квалифицированного специалиста вносят профессионально направленные спецкурсы по физике, основанные на интеграции физических и технических теорий и принципах фундаментальности и профессиональной направленности и разрабатываемые техническими вузами в рамках дисциплин по выбору [6]. Основаниями для построения спецкурсов по физике для определенных групп профессий могут быть перспективные направления развития конкретной инженерной специальности, инновационные технологии, современные методы контроля качества и т.п. Это дает возможность вводить в учебный план технических вузов спецкурсы, направленные на физическое моделирование технологических процессов, рассмотрение физических основ волновых процессов в технике, неразрушающих методов контроля, механических разрушений в технике, электрофизических методов обработки и т.п.

Содержание спецкурсов по физике составляет учебный материал, который включает инвариантный (фундаментальные знания – физические понятия, законы, научные теории), варьируемый (профессионально направленные знания – умения применять физические знания при решении профессиональных задач) и исследовательский (проведение экспериментальной и исследовательской работы) компоненты. Например, в содержание спецкурса по физике, направленного на рассмотрение физических основ волновых процессов, предлагается включать физические основы колебательных и волновых процессов, проявляющихся в технических устройствах и объектах, профессиональные направленные знания (вибрация жесткой системы «станок – приспособление – инструмент - деталь», биение инструментов при механической обработке и т.п.), исследовательский компонент (резонансные кривые при разрушении деталей, конструкций машин и механизмов и т.п.). Таким образом, в содержании спецкурсов интегрируются все разделы физики, и все знания выходят по спирали на новый уровень. Сами студенты оживляются, когда видят, что физика не ради физики, а физика ради ее применения в различных областях техники.

В процессе изучения физики важно не столько запомнить формулировки законов и физические формулы, описывающие данные законы, но и понять суть фи-

зических явлений, физический смысл рассматриваемых величин. Если в рассматриваемом процессе или системе находят проявление множество физических законов, то в этом многообразии необходимо выделять то, что является главным в данном конкретном случае а, это приводит к необходимости создания моделей, необходимых для получения информации о различных объектах, исследуемых систем. Такие модели подразделяются на физические (материальные), математические и идеальные (знаковые и образные). При изучении курса физики используются различные модели, но приоритет чаще отдается физическим моделям. В тоже время значительная роль отводится математическому моделированию [5].

В качестве примера рассмотрим физические основы процесса, происходящего при индукционном нагреве заготовок из черных и цветных металлов.

В этих целях используют индукционные установки периодического, непрерывного и методического действия различной мощности. Во всех типах таких установок нагрев осуществляется за счет возбуждения электромагнитного поля. Для поставленных задач процесс индукционного нагрева необходимо рассматривать в качестве объекта оптимизации, состояние которого однозначно определяется пространственно-временным распределением температуры нагреваемого тела. Разработка адекватных математических моделей является весьма сложной проблемой. В общем случае математические модели описываются нелинейной взаимосвязанной системой уравнений Максвелла и Фурье для электромагнитного и температурного полей соответственно, дополняемой необходимой системой краевых условий.

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{H} &= \sigma \vec{E}, \quad \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial \tau}, \quad \operatorname{div} \vec{B} = 0, \quad \operatorname{div} \vec{E} = 0, \\ c(t) \gamma(t) \frac{\partial t}{\partial \tau} - \operatorname{div}(\lambda(t) \operatorname{grad} t) + c(t) \gamma(t) V \operatorname{grad} t &= -\operatorname{div}[\vec{E} \vec{H}], \end{aligned} \quad (1)$$

где H, E, B – векторы напряженностей магнитного, электрического полей и магнитной индукции; σ, γ, c – удельные значения электропроводности, плотности и теплоемкости нагреваемого материала; V – вектор скорости перемещения нагреваемого тела; t – температурное поле; τ – время.

Процесс нагрева непосредственно осуществляется индуцируемыми электромагнитной волной внутренними источниками тепла, объемная плотность которых F определяется вектором Пойнтинга

$$F = -\operatorname{div}[\vec{E} \vec{H}]. \quad (2)$$

На первом этапе исследований в целях изучения основных закономерностей оптимальных процессов в качестве базовой модели используется линейная одномерная модель. Базовая модель описывает одномерные процессы распространения тепла, например, по радиусу цилиндра бесконечной длины или по толщине неограниченной пластины в пренебрежении неравномерностью распределения температуры по другим координатам. Она соответствует обычным допущениям, используемым в теории индукционного нагрева, в условиях которых система (1) сводится к одномерному линейному уравнению Гельмгольца для комплексной напряженности H магнитного поля $\nabla H(x, \tau) = j \omega \mu \sigma H(x, \tau)$; и линейному одномерному неоднородному уравнению теплопроводности температурного поля $t(x, \tau)$ (при $V = 0$), допускающим последовательное несвязанное решение электромагнитной и тепловой задач

$$\nabla^2 \vec{H}(x, \tau) = j \omega \mu_a \sigma \vec{H}(x, \tau),$$

$$\frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = \alpha \nabla^2 t(x, \tau) + \frac{1}{c\gamma} F(x, \tau), \quad (3)$$

где ∇^2 – оператор Лапласа, x – пространственная координата, $\omega = 2\pi f$, f – частота питающего индуктора тока, μ_a – абсолютная магнитная проницаемость, α – усредненное значение температуропроводности нагреваемого материала, E_m – амплитудное значение напряженности электрического поля, $F(x, \tau)$ – сила распределения внутренних электромагнитных источников тепла по объему тела $F(x, \tau) = \frac{1}{2} \sigma E_m^2$,

$$\vec{E} = -\frac{1}{\sigma} \frac{d\vec{H}}{dx}.$$

Таким образом, приведенные выше положения методической системы обучения физики в техническом вузе могут стать основой для разработки единого подхода при формировании целостной системы инженерного образования.

1. Масленникова Л.В. Формирование профессиональной компетентности у студентов технических вузов. [Текст]/ Масленникова Л.В., Майкова С.Э., Арюкова О.А., Родиошкина Ю.Г. // (Сб. научных трудов SWord). 2014. Т.13. №3. С. 16-19.

2. Масленникова Л.В. Взаимосвязь физической и технической картин мира как методологическая основа обучения физике в техническом вузе. [Текст] / Л.В. Масленникова, Ю.Г. Родиошкина // Физика в школе: научно-метод. журнал. М., 2012. № 4. С. 53-59.

3. Масленникова Л.В. Интеграция фундаментализма с профессиональной направленностью в системе высшего технического образования [Текст]/ Л.В. Масленникова, А.П. Фомин, Э.В. Майков // Интеграция образования. 2000. №3. С. 68-71.

4. Масленникова Л.В. Особенности структурирования естественнонаучных дисциплин в техническом вузе (на примере физики и теоретической механики): монография [Текст] / Л.В. Масленникова, Т.В. Корнилова, Ю.Г. Родиошкина, О.А. Арюкова; под ред. Э.В. Майкова. Самара: Изд-во «СамГУПС», 2011. 216 с.

5. Масленникова Л.В. Теоретические основы методики обучения физике в вузе будущих инженеров к применению математического моделирования в профессиональной деятельности. [Текст]/ Масленникова Л.В., Арюкова О.А., Родиошкина Ю.Г. // Учебный эксперимент в образовании. 2012. №4. С. 11-19.

6. Родиошкина Ю.Г. Подготовка по физике студентов технических вузов в рамках вариативного компонента учебного плана. [Текст] / Ю.Г. Родиошкина, Л.В. Масленникова // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. Нижний Новгород: ННГУ, 2012. № 1-1. С. 18-24.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Матвийчук А.В., Подласов С.А.

Киев, Украина, Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт»

o.matviychuk@kpi.ua, s.podlasov@kpi.ua

Современная парадигма образования основана на компетентностном подходе к подготовке специалистов. Такой подход позволяет объединить в единую систему подготовку будущего инженера, начиная со школьной скамьи, путем формирования элементов ключевых компетенций и компетентностей у школьников и студентов. Эта стержневая линиями обеспечивает реализацию преемственности обучения физики при обучении будущего инженера.

Одой из важных составляющих профессиональной компетенции инженера является экспериментальная. Это подразумевает наличие у специалиста умений планировать и проводить эксперимент, обрабатывать полученные результаты, оценивать их достоверность, оформлять результаты работы, представлять и защищать её.

Важность экспериментальной компетентности специалиста обусловлена тем, что в любой отрасли производства эксперимент – испытание опытного образца – является обязательным этапом в работе при внедрении новой техники и технологии. При проведении эксперимента инженер пользуется методами физики (химии, биологии) для решения прикладных задач. Он не открывает новых законов или явлений, но он обязан уметь использовать законы соответствующей науки для практических целей. Именно поэтому важной составляющей учебного процесса как средней, так и высшей школы являются лабораторные работы, на которых учащиеся знакомятся с техникой измерений и обработкой полученных результатов, учатся пользоваться приборами, приобретают умения организовать и осуществить эксперимент, выделять физическую задачу в технической проблеме. Все это приводит к формированию элементов обще-профессиональной, инструментальной компетентности при изучении физики.

Важность развития экспериментальных умений, как учеников, так и студентов, подчеркивается многими методистами и дидактами (А.И. Бугайов [1], Дж. Сквайрс [2], О.Ф. Кабардин [3], П. Л. Капица [4], Е.В. Коршак [5], В.В. Майер [6], Н. С. Пурышева [8], Т.Н. Шамало [9] и др.). Но, как показывает опыт, на начальном этапе обучения у студентов первого курса возникают существенные трудности при выполнении лабораторных работ, которые приводят к непродуктивным потерям времени и как следствие, к появлению задолженностей в конце семестра. Чаще всего трудности студентов обусловлены отсутствием навыков проведения и обработки результатов измерений.

Для коррекции недостатков экспериментальной подготовки студентов первого курса нами были разработаны дидактические материалы, которые включают 1) рекомендации по оформлению записей результатов эксперимента, построению графиков, правилам округления, подсчетам погрешностей эксперимента; 2) материалы для подготовки к лабораторным работам.

Материалы по оформлению результатов эксперимента достаточно широко представлены в литературе [2], [5], [8] и др., однако студенты с ними практически не знакомы. Кроме того, современные студенты значительно проще воспринимают информацию с экрана компьютера, чем из печатных изданий, и чаще всего обращаются к материалам Википедии, где далеко не всегда, и далеко не все изложено достаточно полно и корректно. Разработанные нами материалы размещены на сайте «Физика – философия жизни» кафедры общей физики и физики твердого тела НТУУ «КПИ».

Как показала практика, знание требований к обработке и представлению результатов измерений позволяет оптимизировать затраты времени студентов на выполнения этой работы и повысить эффективность их работы в лаборатории.

Материалы для подготовки к лабораторным работам включают: описание лабораторной работы (краткие теоретические сведения, описание лабораторного оборудования, порядок выполнения эксперимента и обработки полученных результатов), задания входного тестового контроля и виртуальные симуляторы реальных лабораторных работ. Эти материалы размещены на сайте Украинского института информационных технологий в образовании (<http://uiite.org>).

Описание лабораторных работ подготовлено в формате html и для djvu, что позволяет студентам работать в Интернете либо скачать материал и получить его «твердую копию».

Задания входного тестового контроля предназначены для проверки качества подготовки студентов к выполнению лабораторных работ [10]. Тесты размещены среде Moodle и студенты выполняют эти задания в режиме дистанционного доступа. Полученные ими оценки учитываются при определении рейтингового балла.

Наибольшую трудность для студентов первого курса представляют лабораторные работы, в которых логика эксперимента не является очевидной с первого взгляда. Примером такой работы является определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника.

Для устранения проблемы понимания логики эксперимента и отработки базовых умений выполнения лабораторной работы студентам НТУУ «КПИ», а также учащимся Политехнического лицея НТУУ «КПИ» предлагалось проводить предварительную подготовку, работая с виртуальными симуляторами реальных лабораторных работ [7]. Компьютерные симуляторы моделируют реальные лабораторные работы разделов «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Волновая и квантовая оптика». Главной отличительной чертой виртуальных работ является максимально возможное соответствие реальным прототипам, используемым в лаборатории, как по внешнему виду, так и по методике выполнения.

При использовании симуляторов виртуальных лабораторных работ по физике студенты имели возможность:

- самостоятельно подготовиться к выполнению лабораторных исследований;
- сформировать ориентировочные основы деятельности для выполнения лабораторных исследований;
- ознакомиться с приборами, которые будут использоваться в процессе выполнения лабораторной работы;
- проверить путем тестирования степень сформированности соответствующих практических умений и навыков.

Для установления особенностей предложенного методического подхода было проведено анкетирование студентов экспериментальных групп.

В результате анкетирования было установлено, что в среднем студент тратит на выполнение одной лабораторной работы на компьютерном симуляторе от 20 минут до одного часа, а на подготовку теории - от 1:00 до 3:00. Так же студенты отметили, что использование компьютерных симуляторов позволяет:

- 1) индивидуально отработать лабораторную работу в удобное время 55%, поскольку они доступны через сеть Интернет;
- 2) лучше подготовиться к выполнению лабораторной работы на реальном оборудовании 41%, так как они позволяют понять логику и последовательность выполнения работы;
- 3) быстрее выполнить реальный эксперимент в лаборатории и необходимые расчеты 33%.

Учитывая наблюдения и мнение коллег, студенты которых могли работать с компьютерными симуляторами, можно отметить результаты обучения существенно улучшаются, студенты успевают выполнить лабораторную работу, произвести расчеты и защитить полученные результаты за отведенное время на занятии. Заметим, что при традиционном подходе очень часто защиту полученных результатов приходилось переносить на следующее занятие.

Организованная таким образом подготовка к лабораторному практикуму по физике, как в школе, так в высшем техническом заведении, позволила устранить проблему отсутствия навыков проведения измерений и реализовать принцип преемственности обучения физике путем формирования ключевых элементов компетенций и компетентностей будущего инженера..

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. / А.И.Бугаев – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
2. Дж. Скайрс Практическая физика. Перевод с английского под редакцией Е. М. Лейкина. М.: Изд-во «Мир». 1971. – 248 с.
3. Кабардин О. Ф. Методические основы физического эксперимента// Физика в школе,— 1985.— № 2.— С. 69-73.
4. Капица П. П. Эксперимент. Теория. Практика: Статьи, выступления.— М.: Наука, 1977.— 352 с.
5. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту / Є.В. Коршак, Б.Ю. Миргородський. - К. : Вища школа, 1981.
6. Майер Р. В. Исследование процесса формирования эмпирических знаний по физике: Учебное пособие.— Глазов: ГПИ, 1998.— 132 с.
7. Моисеенко В. И., Подласов С.А. Виртуальные лабораторные работы по физике. – Материалы X Международной конференции «Физика в системе современного образования (ФССО-09)». Санкт-Петербург, 31 мая – 4 июня 2009 годов. Т.2. Спб. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 374 с.
8. Пурышева Н.С. Фундаментальные эксперименты в физической науке. Элективный курс: учебное пособие / Н.С. Пурышева, Н.В. Шаронова, Д.А. Исаев. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. - 159 с.
9. Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: Дис. . д-ра пед. наук: 13.00.02.— Екатеринбург, 1992,— 385 с.
10. Анисимова О.В., Подласов С.А. Тестовый контроль готовности студентов к выполнению лабораторных работ по физике / «Современный физический практикум» / Сборник трудов XII Международной учебно-методической конференции под редакцией Н. В. Калачёва и М. Б. Шапочкина / г. Москва, 25-27 сентября 2012 года.Издательский дом Московского физического общества. Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. С. 26.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Мустафаев А.С., Ломакина Е.С.

Санкт-Петербург, Россия, Национальный минерально-сырьевой университет
«Горный»
smilll@mail.ru

Сегодня существует необходимость превращения фундаментальных физических знаний в наукоемкие технологии. Лучший способ трансформировать научные и технические знания в достижения – совместить в процессе образования как обучение, так и научно-исследовательскую деятельность. Студенты должны уметь работать с современной научной аппаратурой. Это требует от профессорско-преподавательского персонала создания прикладных научно-технических разработок. Для решения этой задачи на кафедре общей и технической физики создана специализированная лаборатория современных оптических технологий (рис.1).

Цели создания лаборатории: активизация научной деятельности преподавателей, обеспечение взаимодействия образовательного и исследовательского процессов, вовлечение студентов и аспирантов в научную деятельность, активизация научных дискуссий, выработка общих исследовательских подходов.



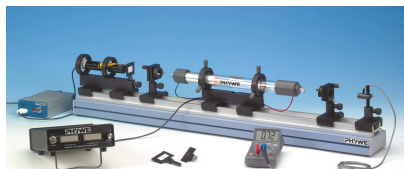
Голографическая запись и воспроизведение объемных изображений



Техника создания искусственной оптической активности аморфных материалов



Метод лазерной доплеровской анемометрии



Создание, настройка и юстировка гелий – неоновых (He-Ne) лазера



Технология создания высокоскоростных ($\sim 10^{10}$ Гц) оптических затворов



Технология высокоскоростной передачи информации

Рис. 1. Лаборатория современных оптических технологий

Все работы в лаборатории - оригинальные разработки преподавателей и сотрудников кафедры физики как результат внедрения в учебный процесс проводимых на кафедре научно-исследовательских работ. Они обеспечивают разностороннюю подготовку в области современных методов постановки и проведения экспериментальных исследований. Осуществляются все этапы: постановка задачи, выдвижение гипотезы, планирование эксперимента, выбор средств выполнения эксперимента, сборка установки, наблюдение и измерения, регистрация и анализ результатов эксперимента, выводы. В зачетной работе студент должен продемонстрировать умение в устной и письменной форме, логически верно и аргументировано защищать результаты своих исследований. Практикум завершается выступлением на научном семинаре, подготовкой разработок и докладов для участия во внутривузовских, городских, всероссийских и Международных научных конференциях и выставках.

В качестве примера рассмотрим технологию Фурье-анализа и восстановления оптических изображений. На рис 2. приведен внешний вид оптической системы по наблюдению оптической фурье-фильтрации изображений объектов.



Рис. 2. Экспериментальная установка по Фурье-оптике

В 70-х годах XIX века немецкий физик Эрнст Аббе проводил опыты, направленные на улучшение качества объективов для микроскопов. В экспериментах с чешуйками насекомых (объектами, имеющими периодическую структуру) он обнаружил, что объектив микроскопа дает тем лучшее изображение, чем больше его диаметр (апертура). Аббе показал, что влияние апертуры микроскопа на качество

изображения объекта связано с дифракцией света на объекте. Таким образом, он впервые ввел волновую теорию света в инструментальную оптику, бывшую ранее исключительно сферой приложения геометрической оптики. Из геометрической оптики известно, что линза собирает параллельный пучок света в точку, расположенную в фокальной плоскости (рис.3).

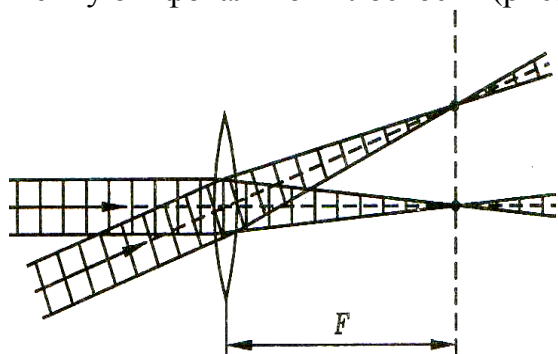


Рис. 3. Формирование линзой пространственного спектра светового поля

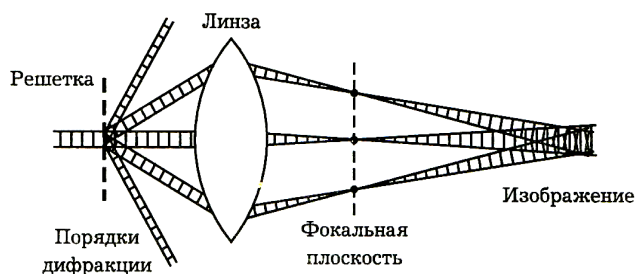


Рис. 4. Формирование изображения по Аббэ

Произвольное световое поле можно представить как совокупность плоских волн (параллельных пучков), падающих на линзу под разными углами. Каждой такой волне линза ставит в соответствие определенную точку в фокальной плоскости. При этом распределение света в фокальной плоскости приобретает форму пространственного спектра поля, падающего на линзу. В этом смысле линза действует как элемент, выполняющий пространственное спектральное разложение света, или пространственное преобразование Фурье.

Согласно теории, развитой Аббе, процесс формирования линзой (объективом микроскопа) оптического изображения несамосветящегося объекта можно разбить на два этапа: Фурье-анализ светового поля объекта и Фурье-синтез изображения. При этом важную роль играет фокальная плоскость линзы, в которой образуется распределение поля, пропорциональное Фурье-образу поля источника.

Схема формирования изображения по Аббэ показана на рис.4. В качестве объекта, изображение которого строит линза, выбрана дифракционная решетка. Так как свет, прошедший через решетку, имеет дискретный угловой спектр, имеется возможность проследить ход отдельных спектральных компонент пространственного спектра поля. Как видно из рисунка на первом этапе линза осуществляет фурье-анализ светового поля испускаемого объектом. Эта операция осуществляется в области пространства между линзой и ее задней фокальной плоскостью и математически выражается преобразованием Фурье.

$$\tilde{E}_0(x, y) = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^2 \int_{-\infty-\infty}^{+\infty+\infty} \tilde{E}_0(k_x, k_y) \exp[-i(k_x x + k_y y)] dk_x dk_y$$

Световое поле представлено в виде суммы плоских волн отличающихся компонентами волнового вектора k_x и k_y . Физически это соответствует волнам, распространяющимся в разных направлениях. Поэтому такое представление называется пространственным преобразованием Фурье.

Распределение интенсивности света в задней фокальной плоскости линзы представляет собой фурье-образ поля, испускаемого объектом. На втором этапе в процессе свободной дифракции осуществляется фурье – синтез изображения. Эта операция происходит в области пространства между задней фокальной плоскостью линзы и плоскостью изображения и математически также выражается преобразо-

ванием Фурье. В итоге в плоскости изображения формируется световое поле, структура которого повторяет структуру объекта.

Разумеется, теория Аббэ не противоречит принципам геометрической оптики, хорошо проверенным на опыте. Однако, она позволяет глубже понять физику формирования оптических изображений, оценить предельную разрешающую способность оптических приборов и, кроме того, несет в себе плодотворную идею обработки изображений путем воздействия на пространственный спектр излучения. Так, помещая в фокальной плоскости линзы диафрагму, экран или фазовую пластинку, можно осуществить такое преобразование углового спектра излучения, при котором нужные детали изображения будут подчеркнуты, а помехи удалены.

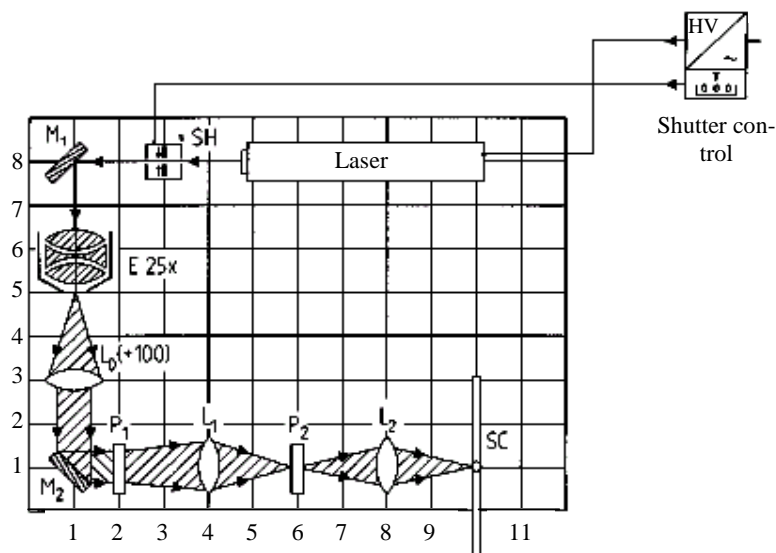


Рис. 5. Экспериментальная установка по наблюдению оптической фильтрации изображения. Слева и снизу нанесены координаты для удобства настройки

Источником света в данной системе является квантовый оптический генератор (LASER) излучающий свет с длиной волны 6328 А. Расширитель светового луча E25x и линза L_0 служат для формирования широкого светового луча (диаметр луча ~ 1 см). M1, M2 – зеркала, задающие направление луча (см. рис.5).

1. Ахманов С.А. Физическая оптика: Учебное пособие для ВУЗов./ С.А., Ахманов, С.Ю. Никитин.- Москва, 2004,с. 426 – 444.

2. Ландсберг Г.С. Оптика: Учебное пособие для ВУЗов. 6-е изд., стер. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003, 926 с.

КАК ОРГАНИЗОВАТЬ ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ ПЕРВОКУРСНИКОВ СО СЛАБОЙ ПОДГОТОВКОЙ

Назаров А.И., Сергеева О.В.

Петрозаводск, Россия, ФГОУ ВПО Петрозаводский государственный университет
osergeeva@petsu.ru

Дисциплина физика входит в базовую часть естественнонаучного и математического цикла дисциплин в структуре инженерных направлений подготовки бакалавриата. Целью изучения этой дисциплины является освоение основных законов физики и возможностей их применения при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности студентов, создание универсальной базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин [1]. Однако процесс обучения оказывается непростым в силу целого ряда факторов. В частности, современное преподавание в школе сталкивается с проблемой снижения интереса учащихся к изучению многих предметов, а тем более это относится к физике, которую общество давно отнесло к категории сложной науки. Как следствие падает уровень подготовки выпускников школ по физике и снижается количество школьников, сдающих ЕГЭ по этому предмету. В статье [2] заместитель председателя правительства РФ Д. Рогозин писал: «В сегодняшней школьной программе (особенно по сравнению с советским периодом) заметно сокращено преподавание основных технических дисциплин – математики и физики. В то же время ученые пришли к выводу, что именно изучение математики формирует у ребенка способность к логическому мышлению или, как говорят программисты, по-своему, «форматирует мозг». А занятия физикой в наибольшей мере способствуют формированию будущего научного мировоззрения».

При поступлении на физико-технический факультет (ФТФ) ПетрГУ абитуриенты сдают по 3 экзамена на выбор в форме ЕГЭ: информатику или физику, математику, русский язык. Средний балл ЕГЭ по физике для студентов-первокурсников в 2014/15 учебном году составил 52 (60 – средний по всем предметам), в 2013/14 учебном году – 55 (средний по всем предметам – 65). Итак, на «входе» мы получаем не слишком подготовленных первокурсников, а времени, отводимого в рамках рабочих программ, на овладение основами естественнонаучного знания, знакомство с современным состоянием физики и формирование мировоззрения явно недостаточно.

Ситуация осложняется также тем, что из шести групп бакалавров технических направлений, обучавшихся в первом семестре 2014/15 года на ФТФ ПетрГУ, студенты трех групп не сдавали ЕГЭ по физике, изучая этот предмет в школе по остаточному принципу. В следующем году при поступлении на ФТФ уже для 2/3 абитуриентов экзамен по физике будет необязательным. Поэтому процесс обучения необходимо спланировать и провести так, чтобы не отпугнуть первокурсников сложностью предмета, пробудить интерес к физике особенно на начальном этапе ее изучения.

Как этого добиться, если согласно образовательным программам бакалавриата ПетрГУ на самостоятельную работу приходится около 50% всех трудозатрат студента? Для обеспечения эффективности самостоятельной работы требуется регулярно контролировать ее результат, проводить мониторинг и определять, сколько времени студент в действительности на нее тратит. Развитие ИТ-технологий не только упростило процесс обработки информации, но и в значительной степени

привело к изменениям философии образования. Современная молодежь предпочитает работать с информацией, представляемой в электронной форме. В связи с этим, самостоятельную работу целесообразно проводить с использованием электронного обучения.

Для организации и сопровождения обучения студентов ФТФ средствами дистанционных образовательных технологий нами в первом семестре используется сетевой образовательный модуль «Механика и молекулярная физика». Этот электронный образовательный ресурс (ЭОР) спроектирован на платформе электронного обучения Blackboard (BB). Его содержание и структура направлены на реализацию индивидуального подхода в обучении и сопровождение самостоятельной работы студентов инженерных направлений подготовки. Структура ЭОР подробно изложена в [3]. Образовательный ресурс представлен в виде последовательности тематических модулей. Каждый из модулей содержит основы теории, видеофрагменты демонстрационных физических экспериментов, лекционные презентации, материалы для подготовки и проведения практических занятий по решению задач, методическое и программное сопровождение физического практикума, материалы и задания для самостоятельной работы. Данный электронный образовательный ресурс был использован для студентов, обучавшихся на ФТФ в 2013/14 и 2014/15 годах по различным образовательным программам бакалавриата. Количество зачетных единиц, отведенных на освоение рассматриваемой дисциплины для этих направлений, равнялось 6, в том числе 2 единицы – на физический практикум.

Студентам за время обучения в семестре предлагается выполнить определенный набор заданий: изучить теорию по теме, выполнить задания для проверки степени усвоения материала, выполнить задания лабораторного практикума и т. д. Для создания комфортного режима обучения ЭОР содержит понедельное планирование, где все задания разбиты на отдельные порции, что позволяет студенту даже со слабой подготовкой, но ненулевой мотивацией, спланировать свою работу. Для управления учебной деятельностью студентов и ее корректировки используется текущий контроль. Перед каждым практическим занятием студенты должны пройти несложный тест, проверяющий подготовку к занятию на качественном уровне, а после занятия – выполнить домашнее расчетное задание, также представленное в тестовой форме. Поскольку уровень подготовки студентов разный, то оценочные средства содержат задания разного уровня сложности. Всего за семестр выполняется 16 тестов, 15 домашних заданий, три контрольные работы и два заключительных теста по разделам «Механика» и «Молекулярная физика». Эти задания открыты для выполнения только на определенное время, установленное преподавателем.

Использование автоматизированных средств контроля позволяет получать информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала, а также стимулирует систематическую и целенаправленную работу студентов, нацеливая их на успешную дальнейшую учебу. Апробация ЭОР показала, что более 75% студентов выполняли домашние задания и тесты в установленные преподавателями сроки.

Дополнительные возможности для обучения слабых студентов дает платформа BB. Это траектории повторного обучения, рассчитанные на освоение минимального объема знаний, и предоставляющие возможность дополнительного прохождения тестов для достижения нужного образовательного результата. В качестве показателя, например, может использоваться балл, необходимый для допуска к экзамену, который соответствует минимальному уровню подготовки и предполагает способность воспроизводить типовые ситуации, использовать их при решении про-

стейших задач [1]. Его можно получить, систематически выполняя примерно по 40% предлагаемых заданий.

Вовлеченность студентов с разной степенью подготовки в учебный процесс можно повысить, мотивируя их к разнообразной деятельности. ФГОС указывает, что «реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий», удельный вес которых должен составлять до 20% аудиторных занятий, в зависимости от направления подготовки [4]. Интерактивные формы обучения строятся на специфических особенностях коммуникативных связей студентов и преподавателей. Эти связи распространяются на всех участников учебного процесса без выделения приоритета кого-либо из них. В качестве интерактивных форм проведения занятий могут выступать дискуссии и дебаты, которые носят открытый характер [5]. Такого рода занятия можно проводить в форме отчетных семинарских занятий физического практикума. При таком подходе рутинный процесс сдачи отчета по физпрактикуму преподавателю уступает место обсуждению.

Еще одной формой проведения семинара служат выступления, иллюстрированные физическими демонстрациями, подготовленными самими студентами. Все, для кого тема семинара является интересной, могут выступить на нем с сообщением по обсуждаемой теме, либо в качестве оппонента. Таким образом, в отличие от традиционных способов организации занятий проведение семинаров может способствовать взаимодействию студентов не только с преподавателем, но и с другими студентами, а также с информационной образовательной средой. Подготовка и участие в работе семинаров стимулируют студентов к активной деятельности и позволяют им развивать свои личностные качества в процессе работы с предметным содержанием и поиске информации, повышают самооценку слабых студентов.

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно балльно-рейтинговой системе, определяется по степени активности и достижениям студентов, проявленных при изучении учебной дисциплины [3]. Студенты имеют возможность наблюдать за результатами своей учебной деятельности в режиме онлайн. Систематическое оценивание всех видов разнообразной учебной деятельности студентов, мотивирует их регулярно выполнять все задания в течение семестра. Дополнительным стимулом является возможность получения итоговой оценки за курс «автоматом» при условии успешной работы в течение семестра. Итоговую оценку за курс без сдачи экзамена могут получить студенты, у которых по результатам работы в семестре рейтинговый балл соответствует значению, определенному как «хорошо» или «отлично». Остальным для получения итоговой оценки по курсу требуется сдать экзамен. Студенты для улучшения своей итоговой оценки также могут сдавать экзамен, в ходе которого учитываются результаты работы студента в семестре. По итогам первой сессии 2013/14 и 2014/15 учебных годов получили «автомат» 30 (из 119) и 25 (из 127) обучающихся соответственно, причем средний балл за экзамен по физике за 2013/14 год совпал со средней оценкой по другим предметам.

Несмотря на изначально невысокий в среднем уровень подготовки первокурсников, предложенные технологии и методики повышают эффективность и качество обучения в условиях массовой подготовки студентов.

1. Бюллетень научно-методического совета по физике. №4 / сост. Кожевников Н.М. – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 84 с.

2. Рогозин Д. Прыжок в шестое поколение. Российская газета от 28.03.2014 <http://rg.ru/2014/03/28/rogozin.html> (дата обращения 16.01.2015).

3. Назаров А. И., Сергеева О. В. Опыт использования платформы электронного обучения Blackboard в бакалавриате // Открытое образование. – 2014. – Вып. 5. – С. 59–67.

4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» / Российская газета. URL: <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения 16.01.2015).

5. Черных А.В. Учебный семинар по физике и его роль в формировании критического мышления студентов технических вузов. Физическое образование в вузах. 2014. Т. 20. № 4. С. 130–136.

ВИДЫ И КАТЕГОРИИ СИЛ ТРЕНИЯ В КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Наими Е.К., Степанова В.А.

Москва, Россия, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

e.naimi@mail.ru, s.valentin.a@mail.ru

Цель работы – классифицировать различные виды сил трения, рассматриваемые в классической механике, дать им соответствующую характеристику, указать на важную роль сил трения во многих природных явлениях и процессах, а также в практической деятельности человека.

Силы трения относятся к категории так называемых диссипативных сил, иначе – сил, действие которых приводит к необратимому преобразованию энергии механического упорядоченного движения в тепло. Таким образом, при наличии сил трения механическая энергия системы не сохраняется; в связи с этим силы трения называют также неконсервативными силами. Во всех случаях силы трения направлены против скорости движения.

Различают силы внешнего (сухого) и внутреннего (вязкого) трения. Рассмотрим каждую из этих категорий сил трения в отдельности (рис. 1 – 6).

А) Силы внешнего (сухого) трения

Трение покоя ($V = 0$)

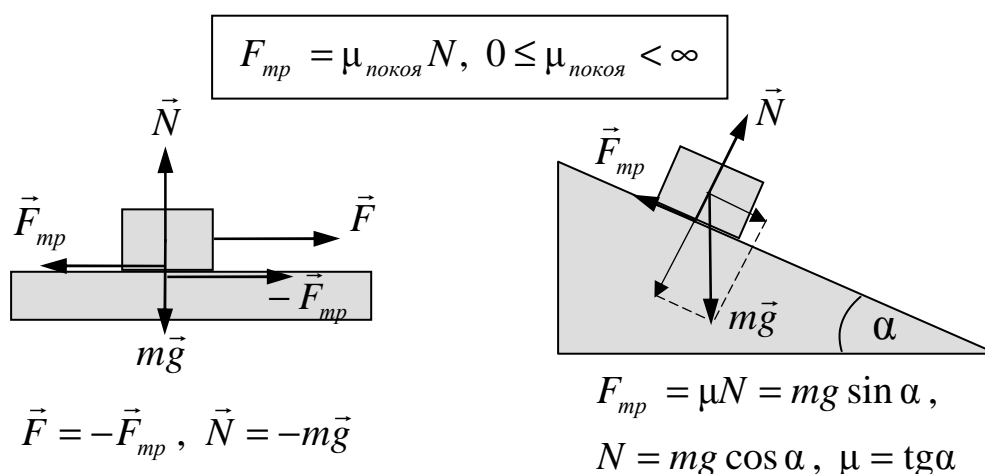


Рис. 1. К определению коэффициента трения покоя.

Трение скольжения ($V \neq 0$)

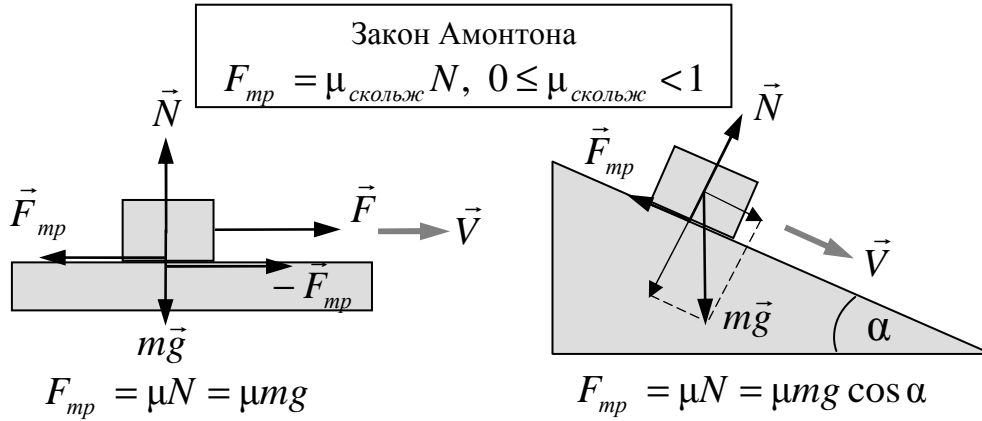


Рис. 2. К определению коэффициента трения скольжения

Трение сцепления (шероховатые поверхности)

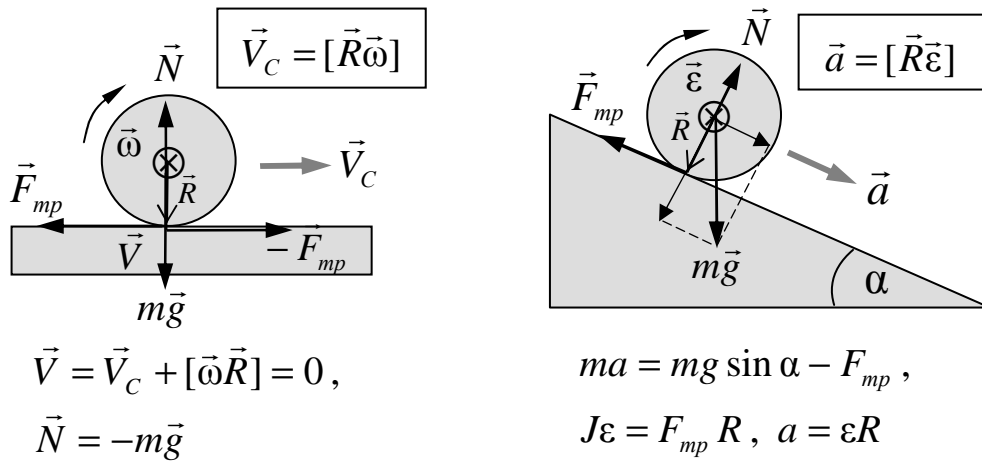


Рис. 3. Качение цилиндра (шара) по шероховатой поверхности

Трение качения

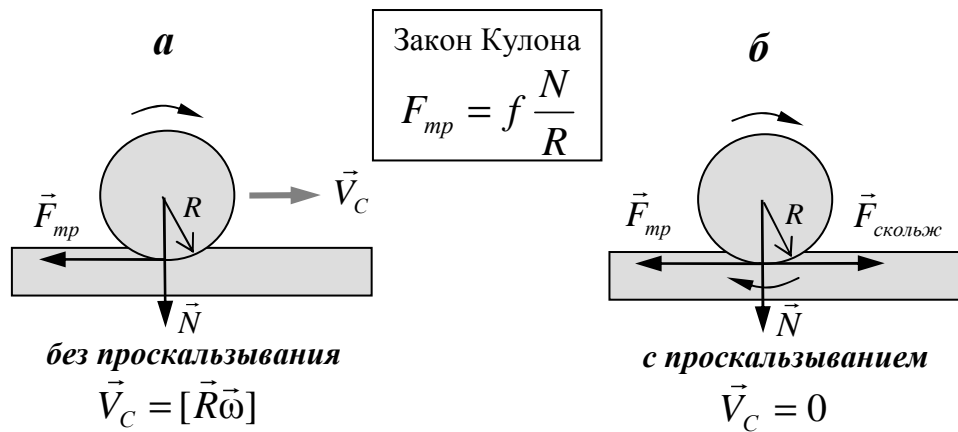


Рис. 4. Качение цилиндра (шара) по горизонтальной плоскости: а – без проскальзывания; б – с проскальзыванием

Природа всех видов сил сухого трения сходная [1]:

- во-первых, в зонах контакта тел могут возникать межатомные связи (силы сцепления), которые должны обрываться при перемещении;
- во-вторых, контактирующие поверхности имеют шероховатости, мешающие взаимному перемещению тел;
- в-третьих, прижатое (например, под действием силы тяжести) тело деформирует поверхность, по которой перемещается, и оказывается, таким образом, в некотором углублении.

Б) Силы внутреннего (вязкого) трения

Вязкое трение проявляется при движении твердых тел в жидкостях и газах; к вязкому трению относится также внутреннее трение в самих материалах (жидкостях, газах, твердых телах).

Внутреннее трение в газах, жидкостях и аморфных твердых телах изотропно, т.е. его величина одинакова по всем направлениям; при этом различают сдвиговую и объемную вязкости. В кристаллических твердых телах внутреннее трение анизотропно: его величина различна по различным направлениям и характеризуется несколькими (в зависимости от симметрии кристалла) коэффициентами вязкости [2].

Анизотропия внутреннего трения реальных кристаллов

$$\tau_{ik} = \eta_{iklm} \dot{\epsilon}_{lm}$$

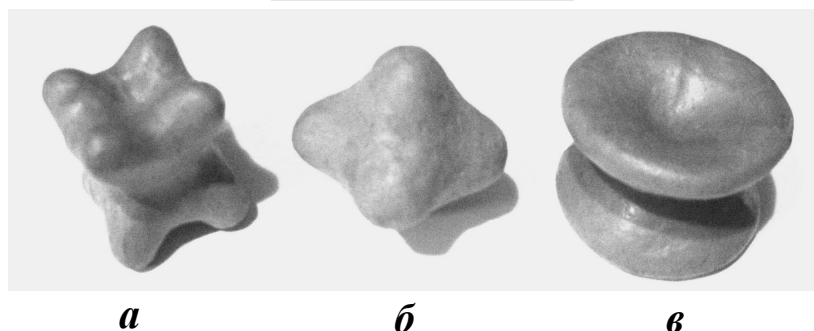


Рис. 5. Ориентационная зависимость внутреннего трения в монокристаллах металлов с ГЦК (а), ОЦК (б) и ГПУ (в) структурой [3]. Длина радиус-вектора, проведенного из центра симметрии указательной поверхности, пропорциональна коэффициенту продольной вязкости

При малых (дозвуковых) скоростях движений сила вязкого трения прямо пропорциональна скорости и направлена в противоположную сторону – закон Ньютона:

$$\vec{F}_{mp} = -\eta \vec{V},$$

где η – коэффициент динамической вязкости.

При больших скоростях зависимость F_{mp} от V становится нелинейной.

Зависимость сил трения от скорости

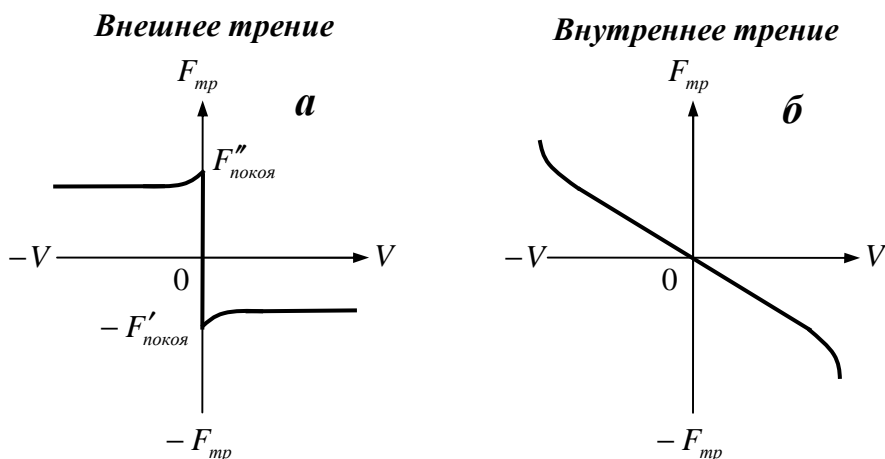


Рис. 6. Зависимость сил сухого (а) и вязкого (б) трения от скорости

1. Михин Н.М. Внешнее трение твердых тел. – М.: Наука. 1977. – 211 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.7. Теория упругости. – М.: Наука. 1965. – 204 с. (с.с. 189–192).
3. Наими Е.К. Анизотропия внутреннего трения реальных кристаллов и построение характеристических поверхностей внутреннего трения // Известия ВУЗов. Физика. – 1975. – №. 3. – С. 94–99.

К ВОПРОСУ О МОТИВАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Немов С.А.¹, Ларченкова Л.А.²

¹Санкт-Петербург, Россия, СПбПУ

²Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им.А.И.Герцена

nemov_s@mail.ru

В настоящее время в связи с необходимостью модернизации реального сектора экономики возникла острая потребность в высококвалифицированных инженерах. Их количество на рынке труда явно недостаточно. Это связано с тем, что из-за экономического спада в последнее десятилетие существования СССР и периода деиндустриализации экономики РФ в 90-тые годы несколько поколений выпускников технических вузов стали работать не по специальности. Сейчас ситуация также не улучшается из-за резкого снижения качества подготовки выпускников вузов. Не найдя работу по специальности в силу недостаточной квалификации и нежелания ее повышать, многие из них также предпочитают другие сферы деятельности. В качестве первостепенных причин сложившегося положения можно указать:

- Значительное снижение уровня школьной подготовки абитуриентов технических вузов, связанное с изменением школьных программ по физике и математике в сторону их сокращения;
- Отсутствие реальной конкуренции за места в вузах (число выпускников школ приблизительно равно числу мест в вузах);
- Особенности мышления современных школьников и студентов, связанные с изменением ритма жизни (клиповость, поверхностность, неспособность к длительным размышлениям, иррациональность). Из-за доступности средств информа-

ции у них возникает иллюзия, что в интернете есть все, и нет необходимости что-либо серьезно знать;

- Переход вузов на 2-х уровневую систему образования, в которой до сих пор четко не определены различия и профессиональный статус бакалавров и магистров ни с юридической, ни с практической точки зрения. Несколько лучше ситуация в тех отраслях, где еще в вузах сохраняется выпуск специалистов (инженеров).

- Отсутствие мотивации (за редким исключением) к получению инженерного образования, которая подменяется желанием получить какое-нибудь высшее образование без привязки к перспективе конкретной профессиональной деятельности.

Основываясь на личном многолетнем опыте работы в школах и вузах, авторы убеждены в необходимости внесения корректив в существующую систему подготовки инженерных кадров. Остановимся более подробно на последней из перечисленных причин.

В настоящее время при большинстве технических вузов имеются школы и лицеи, которые создавались с целью подготовки учащихся к поступлению в данный вуз. На практике, несмотря на повышенный по сравнению со среднестатистическим уровень изучения физики, математики и информатики, мотивация учащихся и в таких школах тоже во многом направлена на сдачу ЕГЭ по соответствующим предметам.

Например, Естественно-научный лицей при Политехническом университете (Санкт-Петербург) является структурным подразделением СПбПУ. Лицей ориентирован на подготовку к поступлению в СПбПУ, профиль обучения - физико-математический. Набор в него ведется в 9 и 10 кл. по 2 класса по 30 чел в каждом. Из 60 человек примерно 55 человек поступают в СПбПУ преимущественно на физические направления образования (Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций) и Институт информационных технологий и управления. На классические инженерные специальности вуза из выпускников лицея поступают единицы.

В немалой степени это связано с тем, что пропедевтической инженерной направленности обучение не имеет, а из профориентационных мероприятий осуществляются только экскурсии на кафедры, преподаватели которых работают в лицее. Аналогичная ситуация имеет место и в других известных нам школах СПб. В результате даже у выпускников школ при вузах отсутствуют представления об особенностях инженерного дела и интерес к нему.

В связи с этим в качестве первого шага в школах при технических вузах целесообразно наряду с повышенной физико-математической подготовкой ввести практический курс «Основы инженерного дела», содержательно ориентированный на профиль вуза и построенный на задачной основе. В пользу высказанного предложения можно привести следующие аргументы.

Во-первых, инженерная деятельность имеет особенности, поэтому необходимо выявлять учащихся, способных и склонных к ней. Инженеры не решают академические задачи физики, в немалой степени пользуются результатами их решения в прикладных целях, руководствуясь не только физическими законами, но и здравым смыслом, экономической целесообразностью. При решении инженерных задач необходимы учет многообразия реальных жизненных проблем, оценка вкладов разных эффектов и получение практического результата в виде инженерного проекта с экспериментальными (натурными) опытами, обосновывающими сделанный выбор технического решения. Знакомство с этими особенностями инженерной дея-

тельности как раз и целесообразно вести в рамках предлагаемого курса, но не лекционным, объяснительно-иллюстрационным методом, а на основе контекстных (или ситуационных) задач.

Во-вторых, это как нельзя лучше соответствует современным дидактическим стратегиям на всех уровнях образования. Задачи постепенно начинают превращаться в многоаспектное явление обучения, становясь не только средством целенаправленного формирования знаний, умений и навыков, но и способом организации и управления учебно-познавательной деятельностью учащихся, связующим звеном между теорией и практикой. Однако потенциальные возможности задачного метода (обучения через задачу) на практике еще реализованы явно недостаточно [1].

При традиционном подходе к обучению задания, предлагаемые учащимся на уроках физики и математики, лишены того жизненного контекста, который придает социальную значимость и личностный смысл. В последние годы появляются попытки математического моделирования реальных, практически значимых физических ситуаций на школьном уровне, применяя готовые вычислительные среды, не требующие владения специальными математическими методами, а поэтому доступные школьникам. Так, например, в работе [2] предлагается построить теоретическую модель зависимости изменения температуры внутри помещения (например, дачного домика) с учетом суточных колебаний температуры и использования отопительных приборов, исследовать ее, и на основе полученных расчетов предложить разумную и достаточно оптимальную систему отопления. При всей практической значимости выводов, задача остается теоретической, а построенная модель отражает далеко не все факторы, которые должны учесть инженеры при проектировании реального объекта.

К сожалению, современные школьники в большинстве своем не имеют устойчивых навыков реальной экспериментальной работы даже в рамках школьной программы по физике, что приводит к их полной беспомощности на бытовом уровне, в частности, при обслуживании домашнего электрохозяйства и электронных приборов. Контекстные задачи по курсу «Основы инженерного дела» могут восполнить этот пробел. Контекстной является задача, в условии которой описана конкретная жизненная ситуация, требованием задачи является анализ, осмысление и объяснение этой ситуации или выбор способа действия в ней.

Опыт работы на подготовительных курсах и на семинарских занятиях со студентами младших курсов в рамках «Введения в специальность» показал, что слушатели с интересом воспринимают такие задания и активно пытаются самостоятельно осмыслить и решить эти проблемы. Приведем примеры таких задач. Так, большой интерес слушателей вызвала задача «Проектирование электропроводки в новой квартире». Задача была сформулирована в общем виде, поэтому ребятам потребовалось сначала ответить на следующие вопросы.

1. Сколько электроприборов предполагается разместить в квартире?
2. Сколько планируется осветительных приборов?
3. Какова их суммарная электрическая мощность?

Результат их работы – создание блок-схемы электрохозяйства квартиры.

Далее учащиеся приходят к необходимости размещения электроприборов по помещениям в квартире и решения вопроса о целесообразности создания нескольких линий (контуров) электроснабжения, в частности, отдельного контура электроснабжения для кухни как зоны с более мощными электрическими приборами. За-

тем решается задача выбора подходящих по диаметру и удельному сопротивлению проводов с учетом величины допустимого электрического тока.

В итоге создается реальная рабочая электрическая схема квартиры.

Дальнейшее развитие задачи связано с установкой средств защиты (автоматы типа УЗО), заземления и учета потребления электроэнергии.

Реализацию этого проекта целесообразно сопроводить серией опытов в рамках школьной программы по физике (раздел «Электричество») с использованием имеющегося оборудования (электроприборов) в школьном физическом кабинете.

Аналогично можно разобрать следующие интересные и полезные для школьников задачи-проекты.

1. Обеспечение электроснабжения дачи и хозяйственных построек.
2. Теплоснабжение домов и квартир в городе.
3. Обеспечение теплом загородной дачи.
4. «Умный дом», который характеризуется наличием современных инженерных и электронных систем (охранная, климат-контроль, дистанционное управление и др.).

В заключение отметим, что изучение и освоение курса «Основы инженерного дела» позволит школьникам приобрести полезные для жизни знания и навыки и познакомиться с особенностями инженерного труда, сделать осознанный выбор будущей специальности.

1. Ларченкова Л.А. Физические задачи как средство достижения целей физического образования в средней школе: монография / Л.А. Ларченкова. - СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. – 159 с.

2. Кондратьев А.С., Ляпцев А.В. Компьютерное моделирование реальных процессов при изучении физики. Как оптимально обогреть дачу. // Компьютерные инструменты в образовании. № 5, 2005, с. 21-27.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕКТОРА ПОДДЕРЖКИ ИНТЕРЕСА ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ К ИНЖЕНЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Орликов Л.Н., Лугина Н.Э., Шандаров С.М.

Томск, Россия, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
oln4@yandex.ru

Предлагаются некоторые методически связанные мероприятия по стимулированию интереса школьников и студентов к инженерному образованию, основанному на математической подготовке и глубоком изучении физических дисциплин. Кроме дополнительных занятий по физике и математике, это интерактивные технологии обучения в вузе, поддержка мотивирующей базы. Отмечено, что на интерес к дисциплинам физического цикла влияет среда, в которой пребывает школьник – абитуриент- студент.

Сырьевая направленность экономики, оптимизация финансирования образования, развитие пользовательского подхода в компьютерных технологиях и бытовой технике, привели к тому, что большинство школьников стали считать математику и физику предметами сложными, скучными и ненужными в дальнейшей жизни. У большинства современных студентов, поступивших в технический вуз, мотивация на изучение дисциплин физико-математического цикла практически отсут-

вует. В то же время, их возрастные особенности таковы, что только интерес к изучаемой дисциплине способствует её освоению. В связи с этим, в настоящее время существует проблема постоянной поддержки интереса школьников и студентов к изучению дисциплин физико-математического цикла.

Одним из элементов решения данной проблемы может быть формирование методического вектора заинтересованности школьников и студентов в изучении физических дисциплин. Целью данной работы является анализ результативности такого методического вектора, направленного на взаимодействие вуза, школы и родителей, на формирование среды обучения, повышение статуса первокурсника и использование творческих наклонностей студента в процессе обучения. Предлагаемая схема формирования методического вектора представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема формирования методического вектора

Изучение вопроса, что привлекает и что отталкивает обучающихся при освоении физических дисциплин, проводилось на основании опросов родителей, студентов и преподавателей различных вузов г. Томска. Наиболее результативно на ориентацию абитуриентов на конкретную специальность влияет моральная поддержка вузом учителей-предметников и студентов, поступивших в вуз из той же школы. Важную роль здесь играет и сайт кафедры, позволяющий первокурснику получить более полное представление о научно-исследовательских работах (НИР) кафедры, об её учебно-научных лабораториях (УНЛ), а также познакомиться с лучшими выпускными работами (ВКР).

Выявлено, что пробелы в освоении физики и математики затрудняют восприятие информации и являются демотивирующим фактором. В связи с этим, по инициативе кафедры электронных приборов, поддержанной кафедрами математики и физики, в учебный план направлений подготовки «Электроника и нанoeлектроника» и «Фотоника и оптоинформатика» на первом курсе включены элективные переходные дисциплины между школьными и университетскими курсами математики и физики: «Математические основы естественных наук / Математические основы инженерных наук» и «Физические основы естественных наук / Физические основы инженерных наук». Освоению навыков самостоятельной работы способствует разбиение преподаваемых дисциплин на модули (квантование) с отчетностью студентов по каждому из них и установление в начале семестра количественных барьеров для получения положительных оценок, учитываемых далее при приеме зачетов.

После первого курса наблюдается адаптация продолжающих обучение студентов к новым условиям, и у ряда из них обнаруживаются творческие наклонности, которые могут быть развиты, например, путем использования технологии межкурсового группового проектного обучения (ГПО) [1]. Опыт демонстрирует и интерес студентов к интерактивным лекциям, подготавливаемых ими из банка тем, вынесенных на самостоятельное изучение для освоения дисциплины. Работа над ними осуществляется с учетом сферы научных интересов кафедры и студента. Участие студентов в научно-технических семинарах кафедры, сведения о междис-

циплинарности изучаемых курсов и о перспективности их применения в производственной и исследовательской деятельности, повышают мотивацию к обучению.

Развитию созидательной творческой активности (креативности) студентов и стимулированию такого развития способствует построение лабораторного практикума по усложняющейся трехуровневой схеме с применением разъясняющих методических материалов [2-3]. Часть лабораторного практикума может проводиться на предприятиях или в учебно-научных лабораториях, с использованием технологии многоуровневого смешанного обучения. Смешанные подходы к обучению (проведение мастер-классов, чтение авторских разделов курсов привлеченными специалистами) и обсуждение представляемых результатов стимулируют интерес к обобщению знаний из различных разделов физической науки [4].

Важным фактором обеспечения мотивирующей базы является использование метода «пробы своих сил», предоставляющий студенту доступ к исследовательским установкам и оборудованию. Наглядность обеспечивает привлекательность изучаемой дисциплины. Студент должен «видеть», «слышать», у студента «должно получаться». Межкурсовое общение студентов при выполнении групповых проектов способствует более глубокому пониманию физических явлений, повышает интерес и успеваемость, как младших, так и старших, способствуя более эффективному использованию времени.

Фрагменты выполнения творческих заданий рассматриваются и оцениваются в рамках коллоквиумов, которые привязаны к контрольным точкам. Важным здесь является атмосфера доброжелательности и обращение внимания сначала на достоинства и перспективы выполненных работ, а затем на их недостатки. В конце семестра нами организуется творческая конференция по выполненным групповым проектам [5, 6]. Участие в конференции стимулирует студента на повышение качества работы, на получение результатов, достойных опубликования. Методически важны не только критерии оценки качества отчетов студента руководителем, но и активность студентов на конференции, рекомендации комиссии для участия работ в конкурсах.

Большим стимулирующим фактором является ориентация подходов к обучению на участие студентов в научных семинарах, конференциях различного уровня, в том числе и международных. Культура неформального общения, речевой фон и этикет окружающих формируют этический кодекс инженера. Студент подводится к ответу: как он видит себя через год, два, три? На рисунке 2 представлена схема ориентации вектора интересов студента от созерцания к творчеству.

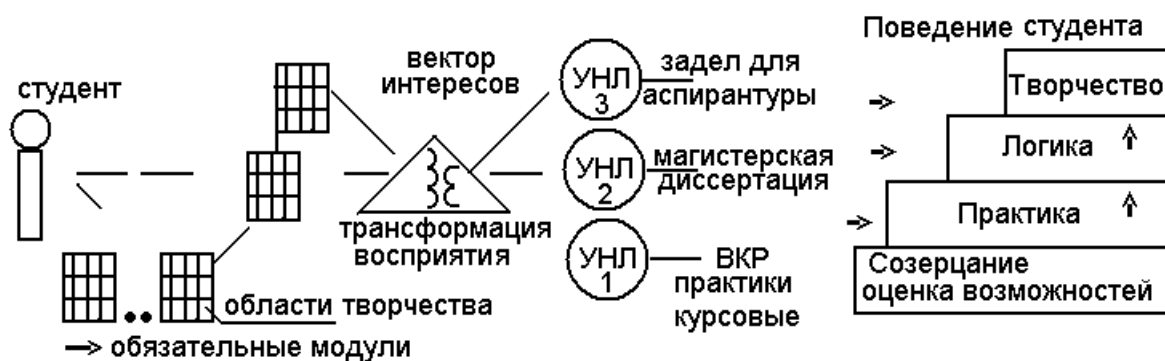


Рис. 2. Схема ориентации вектора интересов студента

Полученные результаты. На интерес к дисциплинам физического цикла влияет среда, в которую попадает студент. Для его поддержки важна преодолимость студентом возникающих барьерных ситуаций, благожелательность преподавателей, доступность экспериментальной базы.

Выводы. Эффективность предложенной технологии формирования и ориентации вектора интереса положительно оценивается выпускниками кафедры. Проведенный анализ (за последние 7 лет) показал, что основная часть выпускников кафедры стала руководителями отделов перспективных технологий, а около 20% выпускников защитили диссертации.

1. Орликов Л.Н. Методика педагогической поддержки поступления школьников в ВУЗ / Е.М. Кондратьева, Л.Н. Орликов, С.М. Шандаров // Материалы международной научно-методической конференции «Современное образование: проблемы обеспечения качества специалистов в условиях перехода к многоуровневой системе высшего образования», 2-3 февр. 2012 г. - Томск, 2012. – С. 282-283.

2. Орликов Л.Н., Шандаров С.М. Формирование программы творческого роста на лабораторном практикуме // Высшее образование сегодня, 2014. - №8. - С. 63-65

3. Шандаров С.М., Орликов Л.Н. Опыт применения дорожных карт в лабораторном практикуме // Сборник трудов учебно-методической конференции " Оптика и образование - 2014" / под общ. ред. проф. А.А. Шехонина. - СПб: Университет ИТМО, 2014. – С. 87

4. Орликов Л.Н. Опыт применения технологии смешанного обучения в многоуровневом лабораторном практикуме / Л.Н. Орликов, С.М. Шандаров // Сб. труд. XIII Международной уч.-метод. конф. стран Содружества «Современный физический практикум», 23-25 сент. 2014 г. г. Новосибирск / под ред Н.В. Ковалева и М.Б. Шапочкина – М.: Издательский дом МФО, 2014. - С. 107-108.

5. Орликов Л.Н., Шандаров С.М. Предметная конференция – интегратор компетентного подхода в самостоятельной работе студентов. // Реализация вузами ФГОС ВПО. Образование в области приборостроения и оптоэлектроники: монография / под ред. А.А. Шехонина, В.А. Тарлыкова. – СПб.: Изд.: НИУ ИТМО, 2012. –С.87.

6. Орликов Л.Н. Опыт выявления и реализации творческих наклонностей студентов в физическом эксперименте в учебно-научных лабораториях / Л.Н. Орликов, С.М. Шандаров, Л.Я. Серебрянников, Г.И. Шварцман // Сб. труд. XIII Международной уч.-метод. конф. стран Содружества «Современный физический практикум», 23-25 сент. 2014 г. г.Новосибирск / под ред. Н.В. Ковалева и М.Б. Шапочкина. - М.: Издательский дом МФО, 2014. – С. 157.

СВЯЗЬ КУРСОВ ОБЩЕЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРМОДИНАМИКИ)

Рудой Ю.Г., Овсянникова О.С.

Москва, Россия, Российский университет дружбы народов

rudikar@mail.ru

1. Параллельное развитие КОФ и КТФ. Хорошо известно, что развитие физики как науки неизменно опережает ее развитие как учебной дисциплины, что вполне закономерно и объяснимо. Однако в российском научно-педагогическом сообществе вызывает беспокойство нарастающий темп этого опережения: это может привести – и фактически уже приводит – к опасному для успеха преподавания физики (в том числе – и прежде всего – в педагогическом вузе) разрыву между курсами общей и теоретической физики (далее – КОФ и КТФ).

На ранних этапах развития физики этот разрыв, вообще говоря, отсутствовал – достаточно вспомнить в этой связи о «Диалогах» и «Беседах» Галилея, а также о трактатах Ньютона по механике и оптике. То же во многом справедливо и для по-

следующих трудов Фарадея и Максвелла по электромагнетизму, а также Бернулли и Клаузиуса по молекулярно-кинетической теории (МКТ) теплоты – содержание этих теорий было весьма наглядно и легко воспроизводимо в простых опытах.

Однако уже в конце 19-го – начале 20-го веков указанный разрыв начал неуклонно и стремительно нарастать. Теоретические достижения Больцмана, Гиббса, Планка, Эйнштейна с большим запозданием входили в «общефизическую» культуру, оставаясь (даже по сию пору!) в основном уделом физиков-теоретиков. В еще большей степени это относится к краткой, но бурной эпохе 20-ых годов 20-го века, когда усилиями Бора, Шредингера, Гейзенберга и Дирака была создана квантовая механика, долгое время вообще не представленная в КОФ.

В дальнейшем неоднократно предпринимались попытки если не устранить – что, разумеется, в полном объеме вообще невозможно – то хотя бы несколько сгладить указанный разрыв. Одной из первых удачных попыток такого рода следует считать пятитомное «Введение в теоретическую физику» М. Планка, изданное в течение 1925-1930 гг. и недавно (2005-2006) переизданное издательством URSS, в целом вполне доступное современному читателю с общефизической подготовкой.

Полезно обратить внимание на построение этого курса: сначала излагается механика (сначала твердых, а затем деформируемых тел), далее электромагнетизм и оптика, и лишь в качестве завершения курса – учение о теплоте и строении вещества. Именно эта логическая схема легла в основу всех последующих курсов КТФ, однако во многих курсах КОФ, к сожалению, до сих пор сохранилась иная – а именно, историческая – последовательность изложения, согласно которой теплота и строение вещества излагается сразу после механики.

Четверть века спустя после курса М. Планка, а именно в конце 40-ых – начале 50-ых годов 20-го века, был издан и также полностью переведен курс КТФ А. Зоммерфельда. Этот курс в точности следует логической схеме М. Планка, однако в отличие от последнего требует достаточно свободного владения методами математической физики: об этом свидетельствует наличие в курсе специального (заключительного) тома, посвященного дифференциальным уравнениям математической физики.

Особое место в этом смысле занимает замечательный курс КТФ Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица, созданный в течение четверти века (1937-1972) и продолжающий регулярно совершенствоваться и переиздаваться последователями этой научной школы. Несмотря на свое название, этот курс (по крайней мере, его ключевые тома) по замыслу авторов должен был быть в определенной мере доступен не только для физиков-теоретиков, но и для более широкого контингента читателей – именно об этом свидетельствует аннотация и авторское предисловие к первому изданию первого тома (1937 год).

В дальнейшем создание курса Ландау и Лифшица пошло все же по более «теоретическому пути», однако приверженность авторов к единому изложению физики с акцентом на ее общефизические основы нашла выражение в издании в 1965 году (совместно с А.И. Ахиезером) замечательной и вполне доступной студенту (и даже школьнику) книги «Механика и молекулярная физика»; еще ранее (в 1948 году) Л.Д. Ландау прочитал курс лекций по общей физике в МФТИ – к сожалению, так и не изданный широким тиражом.

В результате длительного периода «параллельного» развития КОФ и КТФ возник целый ряд положительных «подвижек» – например, некоторые сведения из релятивистской и квантовой физики вошли сегодня даже в школьные учебники.

Однако изложение, например, основ молекулярно-кинетической теории (МКТ) вещества даже в хорошо известных курсах КОФ (Д.В. Сивухин, В.И. Савельев, А.Н. Матвеев) по-прежнему остается на уровне в лучшем случае конца 19-го века с небольшими вкраплениями элементов квантовой теории.

Принято считать, что для КОФ этого вполне достаточно, однако продвижение современных технологий в мезо- и наноразмерный диапазоны может уже в ближайшем будущем потребовать более детальных представлений о тепловых и квантовых свойствах вещества. Это возможно, например, в связи с проблемой создания и применения квантовых компьютеров, новых источников энергии и т.п.; соответственно, ряд новых понятий должен быть отражен уже в курсе КОФ – а в дальнейшем, возможно, и в школьном курсе физики.

Основная цель данного сообщения состоит в попытке показать (на примере термодинамики), что такое «взаимопроникновение» КОФ и КТФ вполне возможно и не нуждается в привлечении *методов* КТФ, но опирается лишь на возможности, предоставляемые КОФ, дополненные новыми *понятиями* (которые, конечно, как всегда, вводятся *ad hoc*).

По нашему мнению, основанному на более чем 40-летнем опыте преподавания физики на всех уровнях от КОФ до КТФ, иногда достаточно лишь слегка сместить акценты и ввести некоторые более «прозрачные» обозначения, как «до боли знакомые» простые формулы «заиграют» совершенно иначе и дадут простор для широких физических обобщений. Разумеется, все это не может заменить строгих выводов, но порой в преподавании КОФ достаточно лишь «наметить тенденцию», используя для этого весьма популярный в физике метод *эффективных параметров* (ЭП).

В методологическом смысле этот метод основан на известном принципе, называемом «бритвой Оккама» и требующем по возможности не умножать числа «сущностей» (то-бишь, физических понятий), а максимально полно использовать уже имеющиеся, наполняя их новым, более общим содержанием. Разумеется, такой подход с самого начала является полуфеноменологическим, но следует ли требовать большего для достижения поставленной *образовательной* цели? Подобный подход вообще весьма широко используется в КОФ – например, при изложении элементов СТО или ОТО; здесь мы лишь попытаемся его несколько расширить применительно к области МКТ и вообще тепловых явлений, которая в англоязычной литературе обычно именуется «thermal physics».

2. Возможное обобщение МКТ в рамках КОФ. Как известно из КТФ, для адекватного изложения указанной темы необходим метод вторичного квантования, понятия химического потенциала и большого канонического ансамбля, а также умение свободно обращаться с весьма сложными интегралами. Ничего этого, разумеется, нельзя ожидать от студентов в рамках КОФ, однако и полностью игнорировать все обобщения модели Бернулли – Максвелла спустя 150-200 лет после ее создания было бы, наверное, не вполне разумно.

Во всех существующих учебниках по КОФ весьма подробно рассматривается только два таких обобщения, а именно учет неидеальности газа в рамках модели Ван-дер-Ваальса, а также учет многоатомности молекул газа в рамках т.н. «квантовой теории теплоемкости». Однако после изучения КОФ студент должен, на наш взгляд, уметь хотя бы качественно ответить и на другие – порой даже более простые – вопросы, почему-то остающиеся обычно вне поля зрения как студента, так и преподавателя. Разве не интересно узнать, например, каким образом повлияет на

вид *термического* уравнения состояния (УС) Клапейрона – Менделеева учет релятивистского, а также квантового характера движения частиц *одноатомного* (а не сразу почему-то двухатомного) идеального газа; в противном случае знания студента вряд ли можно назвать последовательными и систематическими.

К сожалению, даже лучшие из существующих учебных пособий по КОФ такой возможности студенту не предоставляют: квантовые идеи вводятся лишь в связи с *калорическим* УС для описания внутренних (колебательных и вращательных) степеней свободы двухатомных газов, а релятивистские идеи в контексте МКТ не рассматриваются вовсе.

Между тем в рамках КОФ в контексте свойств теплового излучения широко обсуждаются термодинамические свойства идеального газа как раз ультрарелятивистских частиц (фотонов), однако эта тема излагается обычно вне всякой связи с МКТ. Это весьма непоследовательно, так как модель Бернулли–Маквелла, а также понятие упругого соударения со стенкой сохраняют применимость, ввиду того что у фотонов имеется как энергия, так и импульс (вспомним опыты Лебедева по давлению света).

Аналогично, в других разделах КОФ находит свое место понятие квантового вырождения – прежде всего по отношению к трансляционным степеням свободы частиц газа с учетом их статистики, однако при изложении свойств идеальных квантовых газов обычно ограничиваются областью низких температур вблизи основного состояния при $T=0$.

В результате даже добросовестный и любознательный студент остается в неведении по поводу того, изменяются ли – и если да, то как именно – УС, описывающие идеальный газ, в области *промежуточных* температур (или концентраций). Такой вопрос естественно возникает при подходе к области квантового вырождения, образующей линию на фазовой плоскости (T, n) не снизу, а сверху по T (или, соответственно, не сверху, а снизу по n). К сожалению, это обстоятельство недостаточно четко прописано в большинстве учебников по КОФ, и у студента часто создается впечатление, что температура квантового вырождения – это лишь *точка*. Аналогично, остается «за кадром» и модификация УС в случае, когда частицы идеального газа обладают очень малой (или даже нулевой) массой покоя, а их закон дисперсии существенно отличен от квадратичного.

Цель данных заметок состоит именно в том, чтобы показать, каким образом можно, избегая введения чуждых КОФ понятий и методов, не только сообщить студентам дополнительные знания, но, главное, значительно полнее показать им широкие возможности, заложенные даже в простых физических моделях – ведь, в конечном итоге, одна из основных целей КОФ как раз и состоит в развитии физического мышления и интуиции студентов. Предлагаемый нами подход ЭП подробно описан в статьях [1,2].

1. Рудой Ю.Г., Кейта И. Физическое образование в вузах. Т. 13. № 1. С.22. (2007)
2. Рудой Ю.Г., Кейта И. Физическое образование в вузах. Т. 13. № 3. С.41. (2007)

ПОДГОТОВКА К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД

Самохина С.С.

Ульяновск, Россия, Ульяновское высшее авиационное училище гражданской
авиации (институт)
sv_samohina@rambler.ru

Парадигма инженерного образования должна быть изменена – таково требование времени- налицо противоречие между коллективными формами обучения и создания условий для профессионально-личностного вектора развития будущего специалиста, между традиционным знаниевым подходом к обучению и темпами обновления научно-технической информации.

С 2013 года российская образовательная система активно внедряет так называемые стандарты CDIO (Conceive–Design–Implement –Operate), целью которой является приведение содержания и результативности инженерных образовательных программ в соответствие с уровнем развития современных технологий. Следует отметить, что ценность подхода состоит в систематизации знаний и инструментов для организации учебного процесса в высших учебных заведениях инженерного профиля через осуществление четырех этапов CDIO ("планировать - проектировать - производить - применять").

Однако, можно утверждать, что CDIO не является программой развития современного инженерного образования, а принципы деятельностного подхода к обучению, основателями которого являются Л.С.Выготский, А.Н.Леонтьев, П.Я.Гальперин, А.Р.Лурия, разработаны советской психологической школой и давно применяются в учебной практике.

Продуктивное мышление, являющееся основой профессиональной деятельности инженера, как показывают исследования, не формируется стихийно. Его можно реализовать с переходом обучения на формирование у обучаемых не предметных знаний, имеющих узконаправленный характер для каждой отрасли инженерной деятельности, а инвариантных методологических знаний, которые обладают высокой степенью обобщенности даже по сравнению с межпредметными.

Нами разработана методика обучения студентов постановке творческих задач на потенциальное внедрение фундаментальных физических знаний в разработку новых прикладных решений, которая применима в любых учебных заведениях. Основой методики выступает теория планомерного и поэтапного формирования умственной деятельности (П.Я.Гальперин, Н.Ф.Талызина) и концепция об управлении творческой деятельностью с помощью методологических знаний о структуре деятельности и взаимосвязях по типу уподобления между компонентами деятельности (И.П.Калошина) [1]. Эти знания строятся по типу соответствия предмета – цели или образцу продукта деятельности, орудий – предмету и цели, операций – предмету, орудиям и цели, продукта – цели, предмету, орудиям, операциям.

Уникальной предметной областью научных знаний для освоения приемов постановки и решения творческих задач будущими инженерами выступает физика.

Крупные авиационные происшествия последних лет связаны с деятельностью пилота высокоавтоматизированного самолета или обеспечивающего упорядоченное движение воздушных судов авиадиспетчера. Успешность летной деятельности в целом зависит от знания экипажем и диспетчером принципа действия отдельных узлов и систем воздушного судна. Обучение авиационных специалистов

(пилотов и диспетчеров) требует использования в учебном процессе сложных технических систем для формирования устойчивых профессиональных навыков.

Мы провели тестирование нескольких групп обучаемых (будущих пилотов и авиационных диспетчеров), предъявив им задания практического характера, которые возникают в реальной летной практике, в частности, на понимание гироскопического эффекта в авиационной технике (одного из сложных для обучаемых вопросов прикладной механики). Предварительно тестируемые получали инструкцию по назначению и принципу действия управляющих систем воздушного судна. В эксперименте участвовали три группы испытуемых с разным уровнем теоретической и практической подготовки. Результаты эксперимента показали, что у профессионалов-практиков, имеющих опыт летной деятельности, сформированы автоматизированные действия, но понимания физических основ наблюдаемых явлений у них нет так же, как и у студентов младших курсов, не изучавших теоретические основы работы технических устройств.

Помочь в решении данной проблемы может динамическое моделирование процессов. Поэтому будущим инженерам (как инженерам-конструкторам авиационной техники, так и инженерам-эксплуатантам) при изучении курса физики ставилась задача выполнить проектирование и изготовить лабораторный стенд для демонстрации гироскопических явлений, имеющих место на одномоторном винтовом самолете первоначального обучения.

Обучающий эксперимент проводился на основе установленного нами состава деятельности, приемов обучения студентов решению задач на потенциальное внедрение фундаментальных физических знаний в прикладные технические устройства, дидактических материалов (учебных карты и система особого типа учебных задач). Прикладная область выбиралась нами, исходя из профессиональной направленности обучаемых (гражданская авиация, техника службы горючего, электроника специального назначения). Приоритетность фундаментальных знаний определила предметный материал – физические явления. Содержание приемов такой деятельности было определено нами эмпирически. Разработаны дидактические условия в виде учебных карт, система особого типа учебных задач.

Учебные карты содержат приемы предметно-специфического анализа фундаментальных знаний и позволяют обучаемым самостоятельно рассмотреть неизвестное им новое фундаментальное знание, провести методологический анализ сочетаемости выбранных физических знаний и прикладных технических устройств, сделать вывод о потенциальном внедрении в технику. Обучаемые с помощью разработанного нами теоретического инструментария анализировали известные физические явления (например, гироскопический эффект), самостоятельно реконструировали принцип действия технических устройств на основе фундаментальных знаний (например, автопилот воздушного судна), использовали имеющиеся знания для разработки субъективно или объективно новых технических устройств заданного назначения.

В результате обучаемыми с использованием инвариантных и предметных (физических) знаний о деятельности и взаимосвязях по типу уподобления между компонентами ними была разработана модель воздушного судна и лабораторный стенд - минитренажер, обладающий высокой степенью наглядности, позволяющий многократно воспроизводить и варьировать условия и особенности полета.

Обучаемые выполняли комплекс заданий профессионального характера - на разработку или усовершенствование имеющихся технических устройств с исполь-

зованием физических знаний-акселерометров (механических, пьезоэлектрических, индукционных, лазерных и т.д.), гироскопического люнета, успокоителя качки морского судна на основе сообщающихся сосудов, электромеханических датчиков различных процессов. Часть предложенных обучаемыми проектов технических устройств доведена до практической реализации и защищена патентами на полезную модель [2].

Таким образом, разработанные нами приемы постановки обучаемыми задач профессиональной направленности позволяют проводить глубокий анализ предметных физических знаний и планомерно выявлять потенциальную возможность их внедрения в технические прикладные решения. Это способствует формированию опыта творческой деятельности у будущих инженеров, то есть формированию профессиональных компетенций. Управление такой деятельностью - главный ресурс образовательного процесса в инженерном вузе. Именно применение инвариантных знаний с точки зрения теории поэтапного формирования умственных действий позволяет реализовать цепочку «планировать - проектировать - производить – применять», которая зафиксирована в основных положениях подхода CDIO.

1. Калошина И.П. Управление творческой деятельностью в учебном процессе: монография /И.П.Калошина.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014.-303с.

2. Учебный прибор для демонстрации гироскопического эффекта: пат. на полезную модель № 126181 Рос. Федерация. / Самохина С.С., Митрофанов М.В., Передеренко К.А.; опубл. 20.03.2013.- 7с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Смирнов Ю.М.¹, Кенжин Б.М.²

¹Караганда, Казахстан, Карагандинский государственный технический университет
smirnov_y_m@mail.ru

²Караганда, Казахстан, ТОО «Карагандинский машиностроительный консорциум»
kbnkz@mail.ru

В Республике Казахстан завершен первый этап Государственной программы «Форсированное индустриально-инновационное развитие». Итоги ее выполнения убедительно показывают, что для успешного и конкурентоспособного развития экономики страны требуются креативные специалисты новой формации, способные решать современные инженерные задачи на качественно новом уровне.

К таким задачам следует отнести интеграционные процессы, требующие привлечения инженеров различных специальностей и направлений или специалистов, владеющих навыками в подобных процессах.

Одной из основных претензий, предъявляемых работодателями к выпускникам высших учебных заведений, является отсутствие у них или недостаточность практических навыков для работы по полученной специальности. Для бакалавров техники и технологий эта проблема усугубляется недостаточностью времени на получение практических навыков. В соответствии с этим актуальной становится проблема дуального обучения, при котором обучающийся одновременно с дипломом о высшем образовании получает рабочую специальность.

Для решения этой проблемы на базе Карагандинского государственного тех-

нического университета создан Учебно-образовательный консорциум «Корпоративный Университет». В его состав входят 62 организации, представляющие учебную и научную сферы, производственные и внедренческие организации. Их сфера деятельности: горно-металлургический комплекс, машиностроение, капитальное и дорожное строительство, транспорт. Эти направления отмечены в качестве приоритетных для развития экономики Казахстана.

В технических вузах Республики Казахстан кафедры физики не являются выпускающими, однако отмеченная проблема остается. Это объясняется тем, что современные технологии во всех отраслях экономики требуют соответствующих компетенций в области естественных наук, о законах развития природы, используемых в технике и технологиях.

Карагандинский государственный технический университет начал подготовку бакалавров, магистров и докторов PhD по специальностям, которые требуют не только углубленного изучения курса физики, но и использование полученных знаний при изучении других постреквизитных дисциплин. К таким специальностям следует отнести: «Рудотермические процессы», «Нанотехнологии в металлургии», «Робототехника и системы управления», «Космогеология», «Логистика», «Строительство тепловых и атомных электростанций».

Эффективная подготовка кадров по отмеченным специальностям может быть осуществлена только тогда, когда дисциплина «Физика» будет востребована на протяжении всего периода обучения в основополагающих постреквизитных дисциплинах.

Для осуществления этого необходима разработка принципиально новых учебных курсов на основании междисциплинарных учебных программ и планов.

Кафедрой физики Карагандинского государственного технического университета совместно с выпускающими кафедрами и предприятиями Корпоративного Университета разработаны такие курсы:

- с кафедрой металлургии предусмотрено углубленное изучение разделов «Термодинамика», «Реальные жидкости и твердые тела» совместно с Карагандинским литейно-механическим заводом и НИИ химических технологий;

- с кафедрой автоматизации производственных процессов – «Электромагнитная индукция», «Магнитные свойства», «Колебания и волны», «Оптика», «Квантовая природа излучения» совместно с Карагандинским электромеханическим заводом;

- с кафедрой геологии и геофизики – «Квантовая физика», «Физика атомного ядра и элементарных частиц» совместно с АО «Азимут-геология»;

- с кафедрой промышленного транспорта – «Теория связей», «Механика твердого тела», «Специальная теория относительности», «Аналитическая механика» совместно с АО «Карагандинские транспортные системы» и компанией «Казахстан Темир Жолы»;

- с кафедрой строительства – «Механические колебания», «Упругие волны», «Теория трения», «Теория удара» совместно с Казахстанским межотраслевым институтом реконструкции и развития.

Учебные курсы реализуются в течение всего срока подготовки, что предполагает сквозное обучение предмету «Физика». Следует отметить, что без должной математической подготовки студентов, эти курсы в достаточной степени не достигнут желаемого эффекта.

Немаловажным в описываемом процессе является проблема преподавателей,

способных на должном уровне довести необходимый материал и проконтролировать степень его усвоения. Причем, это касается не только физиков, но и преподавателей выпускающих кафедр. Эта проблема может быть решена с помощью стажировок на предприятиях и в организациях – потенциальных потребителей выпускников отмеченных специальностей.

Стажировки проводятся в специализированных лабораториях отмеченных предприятий, оснащенных современными измерительными и регистрирующими комплексами. По результатам работы в виде методических указаний для проведения лабораторных работ в вузе. Некоторые работы, более близкие к производству, выполняются непосредственно на предприятиях с привлечением наиболее опытных инженерно-технических работников.

Что касается материального обеспечения учебного процесса (приборы, оборудование, учебные и научные стенды), то эта проблема также решается за счет спонсорской помощи от предприятий и за счет грантового финансирования факультетов, кафедр и научных коллективов.

Для согласования совместных работ кафедры с работодателями проведено анонимное анкетирование. Результаты показывают высокую степень заинтересованности предприятий и организаций Центрального Казахстана в организации дурального обучения студентов технических специальностей.

На сегодняшний день решены вопросы организационного периода процесса обучения по отмеченным специальностям. Полная реализация разработанных курсов позволит получить высококвалифицированных инженерно-технических работников на стыке нескольких специальностей с углубленной физико-математической подготовкой. Они, конечно же, будут востребованы в организациях, реализующих и проектирующих современные технологические процессы.

РОЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Смык А.Ф., Гусева Е.А., Симонова Н.А.
Москва, Россия, МАДИ
afsmk@mail.ru

Вопросы качества образовательного процесса в вузе всегда имели большое значение, а сегодня они вышли на первый план [1]. Для того чтобы эффективно работать над повышением качества преподаватель должен иметь достоверную информацию об уровне освоения учебного материала студентами. В условиях массовости обучения в современном вузе и возрастающей нагрузке, прежде всего, увеличения числа студентов на одного преподавателя, получать регулярно такую информацию о каждом студенте становится проблематичным. Оценить более-менее объективно знания и умения группы из двадцати восьми человек за одно занятие трудно даже опытному преподавателю.

Решение задачи обеспечения высокого качества образования приводит к необходимости применения различных методов контроля и оценки знаний и умений студентов. Измеренные результаты обучения выступают мощным стимулом к пересмотру собственных позиций в образовательном процессе как студента, так и преподавателя. Преподавателю результаты проверки дают возможность своевременно выявить и устранить как возникающие у обучающихся затруднения, так и

недочеты в собственной педагогической деятельности. Очень часто с оценкой «удовлетворительно», которая стала в последнее время в технических вузах среднестатистической, не согласны обучаемые, они выражают упреки в адрес преподавателя в его необъективности. В тоже время студенты, гораздо, адекватно реагируют на обоснованные и прозрачные результаты оценивания.

На кафедре физики МАДИ широко используется в качестве средства контроля и оценки знаний компьютерное тестирование [2]. Оно проводится на разных этапах обучения по физике: от входного до итогового. При этом тестирование не является единственным средством в системе методов оценки знаний студентов, оно применяется наравне с другими традиционными методами, такими как устные и письменные опросы, контрольные работы, практикум, экзамены.

Приступая к изучению курса физики, студенты проходят входное тестирование, в результате которого и преподаватель и студент получают объективную картину остаточных после окончания школы знаний по физике. Еще со времени проведения вступительных экзаменов по физике преподавателями кафедры был создан обширный банк заданий разного уровня сложности, который в последние годы был переведен в компьютерное входное тестирование. Студенты приступают к изучению курса физики, имея разный уровень школьной подготовки, который выражается в баллах ЕГЭ. В одной группе могут обучаться студенты, имеющие различные баллы ЕГЭ по физике: от минимально возможного для поступления в МАДИ до максимального возможного по шкале ЕГЭ. В табл. 1 представлены результаты среднего балла ЕГЭ по различным группам 1 курса за два последних года поступления.

Таблица 1. Средний балл ЕГЭ по физике

Год/Группа	1МС1	1МС3	1МС4	16АЭ
2013 г.	65	68	66	61
2014 г.	59	54	51	48

Сравнительный анализ позволяет сделать вывод, что средний балл ЕГЭ снизился, и это объективно связано с усложнением заданий, усилением контроля со стороны Министерства образования за утечкой информации перед проведением экзамена по физике. Входное тестирование, проводимое кафедрой физики, позволяет сравнить результаты ЕГЭ для каждого студента с результатом оценки его остаточных знаний по физике спустя три месяца после окончания школы. Входное кафедральное тестирование составлено из заданий исключительно первого (простого) уровня сложности, и рассчитано на узнавание и воспроизведение по памяти основных физических понятий, навыков применения основных законов. Оно содержит 10 заданий из всех разделов физики, имеющих одинаковый уровень сложности, за решение которых максимальный балл, так же как и ЕГЭ, равен 100 %.

Ниже представлены круговые диаграммы (рис.1), в которых указаны в %: количество студентов, баллы которых на входном тестировании и ЕГЭ совпали, и количество студентов, получивших на входном тестировании балл выше или ниже балла ЕГЭ. Диаграммы содержат средние значения указанных категорий за 2013 и 2014 гг. по всем тестируемым группам студентов (рис.1).

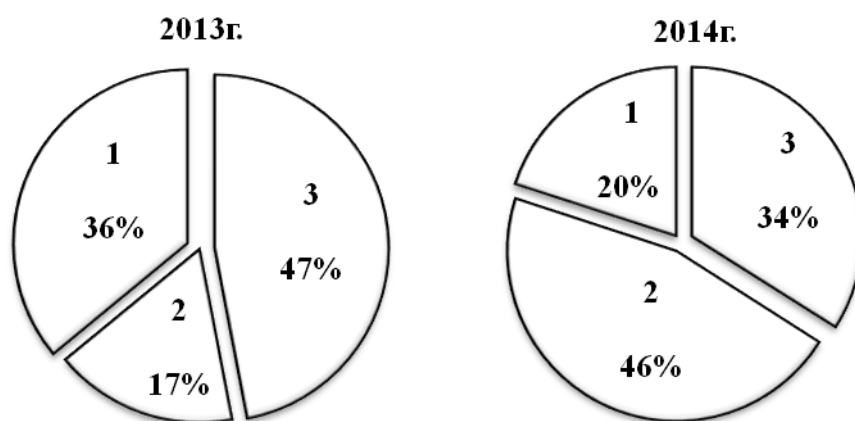


Рис. 1. Сравнение баллов входного тестирования и баллов ЕГЭ: 1 – балл за входное тестирование ниже балла ЕГЭ; 2 – балл за входное тестирование выше балла ЕГЭ; 3 – баллы за входное тестирование и ЕГЭ совпадают

Несмотря на небольшое количество групп, прослеживается связь между теми знаниями, которые демонстрируют школьники на ЕГЭ, и их базовыми знаниями, с которыми они приходят на кафедру. Существует определенная корреляция остаточных школьных знаний студентов с баллами, полученными на ЕГЭ по физике. В 2014 г. задания ЕГЭ были сложнее, баллы ЕГЭ были меньшими, чем в 2013 г., но МАДИ минимальный балл для абитуриентов не снижал. Поэтому в целом в 2014 г. студенты демонстрировали на входном тестировании более высокий уровень подготовки.

На рис.2 представлены кривые, позволяющие анализировать количество студентов, не сдавших входное тестирование (т.е. набравших менее 40 баллов) по группам.

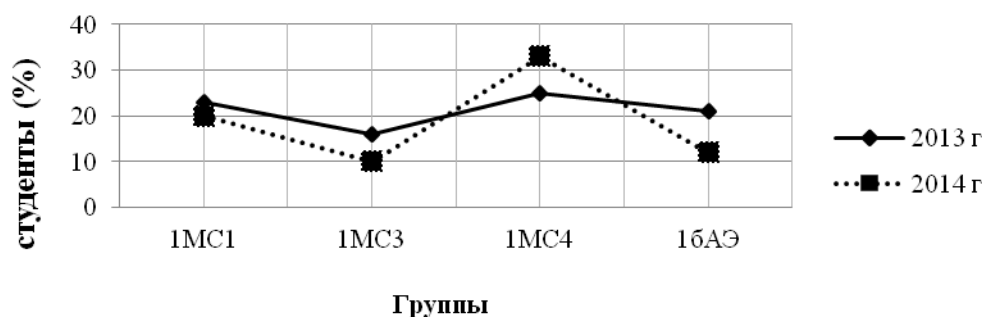


Рис. 2. Студенты, набравшие за входной тест менее 40 баллов

В среднем (и в 2014, и в 2013 году) процент студентов показавших неподготовленность к выполнению заданий, требующих базовых школьных знаний, остался прежним – 20%. Это говорит о недостаточности требований к знанию предмета в средней школе и о необходимости проведения пропедевтического курса физики для данного контингента студентов. В самом начале изучения курса физики преподаватель вырабатывает стратегию индивидуальной работы с этими студентами. Так, в группах 1MC₁₋₄ с начала учебного года проводились консультативные занятия, велся учет баллов и рейтингов студентов. Чтобы понять степень активности студентов в образовательном процессе, нами через два месяца было проведено повторное входное тестирование. Результаты его приведены в представленной ниже гистограмме (рис. 3). Данные позволяют говорить о том, что в повторном тестировании студенты демонстрируют лучшие результаты. Количество студентов, на-

бравших при повторном тестировании 40 баллов и менее, в каждой группе не превышало 7% (при первичном тестировании - 20%).

В группах 1МС₁₋₄ было проведено итоговое тестирование за семестр по темам «Механика» и «Силовые поля», осенний семестр 2014г. В среднем (по всем группам), 42% студентов показали результат выше 70 баллов и только 11% студентов набрали менее 40 баллов (рис. 4), что вдвое меньше, чем при первичном входном тестировании (рис. 2).



Рис. 3. Средние баллы за тесты входного тестирования по группам

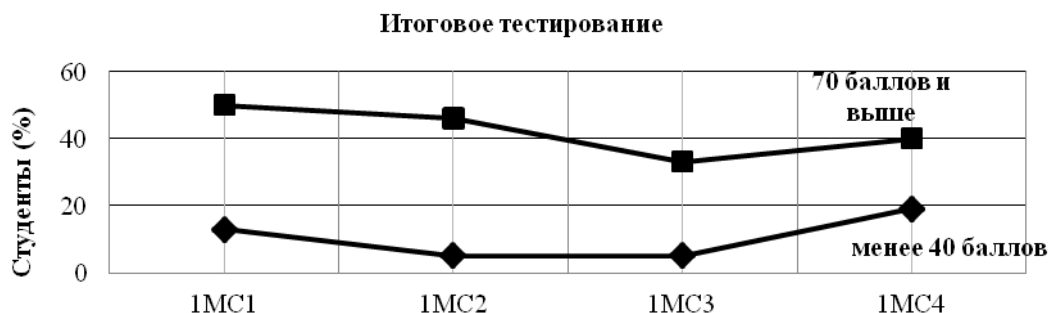


Рис.4. Студенты, набравшие за итоговый тест менее 40 баллов и более 60 баллов

Таким образом, компьютерное тестирование несет информацию не только преподавателю, который по результатам определяет уровень каждого студента и группы в целом, но и позволяет самим студентам объективно оценить свой уровень фундаментальных знаний по предмету и, стараясь повысить его, быть активно вовлеченными в процесс обучения. Подобную статистику уровня освоения учебного материала можно накапливать и по мере дальнейшего обучения студента, проводя модульное тестирование, рубежное, итоговое. Регулярный сбор и анализ данных об успеваемости студентов позволяет повысить качество усвоения учебного материала.

1. Сиренко С.Н. Тестирование в системе методов контроля и оценки знаний в современном вузе// Инновационные образовательные технологии, 2014, №2, с.44-51.

2. Смык А.Ф. Работа кафедры физики в условиях глобальной информатизации// Труды международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования», Москва, 2014.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ФИЗИКИ

Смык А.Ф., Спиридонов А.А., Бахтина Е.Ю., Белкова Ю.А., Спиридонова Л.В.
Москва, Россия, ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)»
afsmyk@mail.ru, a@spiridonov.me, elbakh@gmail.com, belkova-fiz@mail.ru,
lvspiridonova@yandex.ru

Качественная подготовка высококвалифицированных специалистов в современных условиях предполагает освоение студентами не только базовых знаний, но и знаний, лежащих в основе передовых технологий. Это предполагает возрастание фактического объема учебного материала при сокращении количества аудиторных часов.

В сложившейся ситуации существенно возрастает роль самостоятельной работы студента, однако, далеко не все студенты хорошо справляются с ее организацией. Поэтому перед преподавателем стоит задача помочь студенту грамотно организовать самостоятельную работу с учебным материалом и координировать ее в течение семестра [1]. При этом важно учитывать актуальный во все времена вопрос индивидуализации обучения. В силу ряда причин фактом является то, что преподаватель большую часть своего времени уделяет не очень хорошо успевающим студентам, оставляя без должного внимания более сильных. Но ведь именно сильные студенты становятся «технической элитой». Крайне важно преподавателю уделять внимание студентам с различным уровнем подготовки, различными способностями к обучению, необходимо предоставлять возможность развития всем студентам.

Решить столь сложную задачу возможно с использованием современных информационных технологий. Различные информационные системы обучения, в том числе, дистанционного, уже прочно вошли в жизнь. Обладая многими сходными чертами и возможностями, они, тем не менее, имеют свои особенности в зависимости от специфики изучаемых предметов и требований к результатам обучения.

На кафедре физики МАДИ была разработана информационная система (далее ИС), учитывающая особенности подготовки студентов в техническом университете. ИС создана для изучения студентами курса физики, но может быть расширена для изучения любого другого учебного предмета.

При изучении любого вопроса всегда стоит непростая задача поиска и выбора требуемой достоверной информации. За последнее десятилетие эта задача кардинально поменяла свой вектор. До последнего времени она ставилась иначе – предыдущим поколениям студентов необходимо было найти нужную информацию в условиях ее дефицита, стояла *проблема поиска информации*. Сейчас же гораздо более остро стоит *проблема выбора достоверной информации* из огромного потока информационного шума. Решить эту проблему можно с помощью разрабатываемой информационной системы – студенту предоставляется весь необходимый учебный материал, который ему требуется для работы. Разумеется, заинтересованные студенты могут пользоваться и другими, дополнительными источниками информации, но все необходимое для работы у него уже есть в системе.

Разрабатываемая система информационной поддержки изучения физики состоит из двух основных модулей – библиотеки ресурсов и обучающего модуля. Студенту предоставляется неограниченный доступ к материалам библиотеки, включающей: комплект теоретических материалов – тексты, содержащие теорети-

ческий минимум, презентации к лекциям [2], дополнительный материал для расширения знаний, включая список рекомендуемых информационных источников; лабораторный практикум – перечень лабораторных работ со ссылками на их описание и рабочие таблицы; методические рекомендации по решению задач с примерами решения по каждой теме. Все учебные материалы, размещенные в информационную систему (лекции, методические указания, практикумы, вопросы и задачи и т.д.), тщательно выверены преподавателями кафедры, что гарантирует качественные и проверенные источники информации по предмету, необходимые студенту в процессе обучения.

Таким образом, для каждого студента создается комфортная среда изучения физики – каждый студент изучает теоретический материал в требуемом объеме столько времени и в таком режиме, который ему наиболее подходит.

Процесс изучения учебного материала предполагает проверку уровня (глубины) усвоения знаний – сначала самопроверку, а затем и проверку преподавателем. С помощью обучающего модуля проверка минимально необходимых знаний по предмету осуществляется поэтапно с автоматической проверкой и последующим переходом на следующий уровень (обучающий модуль состоит из нескольких уровней, предполагающих поэтапный контроль усвоения полученных знаний).

Количество вопросов, количество предлагаемых вариантов ответов, ограничения по времени, количество допустимых ошибок на каждом шаге определены в системе изначально, но могут быть изменены преподавателем. Преподавателем задаются также сроки, в которые нужно пройти каждый из этапов проверки знаний.

Изучив определенный раздел учебного курса, студент прежде всего должен знать определения физических величин, основные законы, поэтому на первом шаге (этапе) проверяется усвоение студентами основных понятий и определений изучаемого раздела учебного курса физики. Требуется выбрать правильный ответ из нескольких предлагаемых – продолжить формулировку определения, выбрать определенный закон, нужную формулу для расчета той или иной величины. Для успешного перехода на второй шаг необходимо правильно ответить на все вопросы, не превысив при этом заданный лимит времени, в противном случае система возвращает студента назад и ему формируется новое задание.

На втором уровне требуется решить некоторое количество несложных задач. Ответ нужно выбрать из нескольких предложенных. В случае успешного выполнения задания система переводит студента на следующий уровень, но если количество неправильных ответов превышено, система возвращает его на первый уровень.

На третьем, уже не тестовом уровне, студенту предлагается решить ряд задач базового уровня сложности. Ответ нужно вводить с клавиатуры с учетом задаваемой точности. При превышении количества неправильных ответов, система вновь возвращает студента на первый шаг.

Достоинством данной информационной системы является то, что она представляет собой web-ресурс, пользоваться которым можно с помощью любого современного браузера как на стационарном компьютере или ноутбуке, так и на мобильном устройстве; студент может работать в компьютерном классе университета или у себя дома и даже в транспорте, в удобное для него время не зависимо от преподавателя. Таким образом, достигается индивидуализация обучения.

Однако, наряду с преимуществами, у дистанционного обучения есть и недостатки. Прежде всего, происходит снижение и так дефицитного в учебном процессе живого диалогического общения главных участников образовательного процесса –

преподавателя и студента [3]. В связи с этим в разрабатываемой информационной системе предусмотрен четвертый уровень, на который студент попадает после успешного прохождения третьего уровня и на котором студенту выдается индивидуальное задание, требующее более серьезной самостоятельной работы (расчетно-графическая задача). Проверка правильности выполнения задания четвертого уровня проводится при устном ответе преподавателю. Для сильных студентов по их желанию информационная система может предложить задание повышенного уровня сложности (пятый уровень). Данный уровень не является обязательным, но его прохождение является проявлением желания студента получить более глубокие знания по изучаемому предмету и учитывается преподавателем с помощью балльно-рейтинговой системы.

Наглядно иерархия уровней обучающего модуля информационной системы для эффективного изучения курса физики представлена на Рис. 1.



Рис. 1. Иерархия уровней обучающего модуля ИС

Следует отметить, что информационная система – это не жесткая программа, не подлежащая изменению, а развивающаяся, динамичная структура, так как все материалы библиотеки постоянно пополняются, банк тестовых вопросов и задач может меняться по усмотрению преподавателя в зависимости от рабочей программы, время прохождения каждого уровня может варьироваться в зависимости от сложности изучаемого раздела, от уровня подготовки студента и т.д.

Таким образом, кафедра физики МАДИ спроектировала, разработала и реализовала в виде информационной системы удобный инструмент для повышения качества обучения студентов. Реализованная ИС повышает индивидуализацию обучения, предоставляет каждому студенту проверенный преподавателями источник учебных материалов. ИС спроектирована так, что при всех преимуществах дистанционного обучения не теряется живое общение между преподавателем и студентом. Преподаватели, работающие с ИС, имеют возможность видеть детальную статистику успеваемости по каждому студенту, по каждой учебной группе, анализировать динамику изучения учебного материала студентами.

1. Смык А.Ф. Организация самостоятельной работы студентов. // Материалы XII Международной научной конференции «Физика в системе современного образования (ФССО-2013)», Петрозаводск, 3–7 июня 2013 – Т.1. С. 176.

2. Бахтина Е.Ю., Иванова И.Г. Информационные технологии в преподавании физики бакалаврам технического вуза // Физический вестник института естественных наук и биомедицины САФУ. №12, 2014. С.108-115.

3. Спиридонова Л.В. Компьютеризация лабораторного практикума по физике. // Материалы XII Международной научной конференции «Физика в системе современного образования (ФССО-2013)», Петрозаводск, 3–7 июня 2013 – Т.2. С. 233.

«ОПТИКА И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА» - ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ МАГИСТРОВ

Степанова Т.Р., Вякхи Е.Н.

Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет
uganova.marina@yandex.ru

Курс магистратуры, помимо специальных дисциплин, должен содержать общенаучные дисциплины. При этом уровень магистратуры предъявляет новые требования к методике обучения. Поэтому курс физики для магистров, в первую очередь, должен быть рассчитан на организацию систематической научно-исследовательской работы и развитие компетенций в области исследовательской деятельности [1]. При этом основной упор делается на самостоятельную работу. Данный курс не предполагает лекций, а только лабораторные (практические) занятия и консультации.

Модульная технология реализует коммуникативно-деятельностный принцип обучения [2]. Лабораторный практикум состоит из тематических модулей, каждый из которых содержит несколько лабораторных работ и теоретических задач к ним, ответы, к которым и подтверждаются в ходе эксперимента. Далее студентами составляется отчет, который защищается в виде презентации. В этой работе мы предлагаем модуль по теме «Оптика и квантовая механика», состоящий из работ: «Дифракция света», «Постоянная Планка», «Характеристическое излучение», «Эффект Рамзауэра – Таунсенда» [3]. Все четыре работы объединены понятием *рассеяние*. Рассеяние света и рассеяние частиц. При рассеянии света (электромагнитных волн) наблюдаются такие явления как дифракция и интерференция. Рассеяние частиц в рамках классической механики рассчитывается на основе закона сохранения импульса. И в рамках классической физики – это два различных явления отсюда и понятие корпускулярно – волнового дуализма. Если же мы рассматриваем рассеяние частиц, в виде квантов электромагнитного излучения и электронов, или рассеяние волн, то есть дифракцию электромагнитных волн и электронов, то вместо противопоставления появляются две разные модели описания физических процессов, которые на уровне микромира переходят одна в другую.

Тем самым выбор работ позволяет студентам с одной стороны на практике, с другой самостоятельно, готовясь к проведению работ, изучить раздел «Оптика и квантовая механика».

Магистр по направлению подготовки 223200 Техническая физика должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профилем ООП магистратуры и видами профессиональной деятельности, в которую входят: сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме научного исследования в избранной области технической физики; формулирование задачи и плана научного исследования; выбор оптимального метода и разра-

ботка программ научных исследований, проведение их с разработкой новых и выбором существующих технических средств, обработка и анализ полученных результатов; построение математических моделей физико-технических объектов и процессов, и обоснованный выбор инструментальных и программных средств реализации этих моделей; выполнение математического моделирования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств; оформление отчетов, статей, рефератов по результатам научных исследований; осуществление наладки, настройки и опытной проверки наукоемких физических и физико-технических приборов, систем и комплексов;

Вышеизложенные задачи студентами реализуются в основном на НИРС, но отчет по НИРС делается совместно с научным руководителем и один раз. Поэтому представляется необходимым, и, главное, очень удобным совместить изучение основ физики и приобретение навыков по составлению отчетов и написанию научных статей, что повысит уровень самостоятельной работы (компетенции) обучающихся.

Таким образом, предложенный нами лабораторный практикум состоит из экспериментальных работ, в ходе выполнения которых студент осуществляет:

1 построение экспериментальной модели, выбор схемы эксперимента, выбор способа проведения измерений.

2 проведение непосредственно эксперимента: создание, отладка установки, проведение измерений.

3 обработка полученных результатов, расчеты, модели, сравнения.

4 анализ результатов: сравнение с ожидаемыми, возможность изменений схемы, метода проведения эксперимента для получения более достоверных результатов.

5 написание отчета, полноценного и самостоятельного. Возможно, обсуждение его с другими студентами.

Отчет должен содержать вводную часть с решениями и анализом модельных задач и протокол, в котором студент, готовясь к проведению эксперимента, формулирует цель работы и задачи, решаемые в ходе достижения этой цели, обозначает объект и метод экспериментального исследования, также записывает рабочие формулы (те, которые будут использованы при обработке результатов измерений). Затем при наладке экспериментальной установки студент заполняет в протоколе таблицу «измерительные приборы» с указанием используемых диапазонов приборов и их погрешностей. В ходе работы результаты измерений заносятся в протокол. По этим данным производятся необходимые вычисления, строятся графики, примеры расчётов обязательно должны быть приведены в отчете. Также необходимо оценить погрешность полученной величины. Работа над отчётом заканчивается представлением результата в виде интервала с некоторой вероятностью и анализа полученного результата, сравнения его с теоретически ожидаемым или расчётным.

Для развития коммуникативных навыков предлагаем завершать модуль семинаром, к которому студенты готовят небольшие презентации с использованием компьютерных демонстраций. Студенты группы смогут обсудить соответствие эксперимента предлагаемой модели, проанализировать результаты лабораторной работы, влияние на эти результаты различных факторов.

В предлагаемом модульном построении лабораторного практикума для магистров может быть реализован подход, при котором главным в обучении становится

«логическое осмысление, оценка фактов, анализ взаимосвязи фундаментальных положений физики» [4].

1. Степанова Т.Р., Вяххи Е.Н. *Лабораторный физический практикум для магистров* – Физика в системе современного образования (ФССО -2013): материалы XII Международной научной конференции. Петрозаводск, 3-7 июня 2013г.,1т. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013, стр.178 – 180.

2. Черных А.В. *Критическое мышление – профессионально значимое качество будущего инженера* - Физика в системе современного образования (ФССО -2013): материалы XII Международной научной конференции. Петрозаводск, 3-7 июня 2013г.,1т. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013, стр.202 – 205.

3. Степанова Т.Р., Вяххи Е.Н. Якименко А.М. *Развитие интерактивных методов в курсе физики* – Материалы XXI Международной научно-методической конференции «ВЫСОКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ» Санкт-Петербург, 5 –7 июня 2014 г.,Том 2 Санкт-Петербург, изд-во Политехнического университета, 2014 г., с.147-150.

4. Кожевников Н.М. *Эволюция курса общей физики от Хвольсона до наших дней.* - Физика в системе современного образования (ФССО -2013): материалы XII Международной научной конференции. Петрозаводск, 3-7 июня 2013г.,1т. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013, стр.29 – 31.

КЛАССИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ В КУРСЕ ФИЗИКИ ДЛЯ МАГИСТРОВ

Степанова Т.Р., Якименко А.Н.

Санкт- Петербург, Россия, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
uganova.marina@yandex.ru

Физика относится к циклу естественных наук. Никакая физическая теория или модель не может считаться ни полной, ни достоверной без экспериментального подтверждения. Однако и в средней школе, да и в высшей, большинство предметов изучаются как теоретические. Это не потому что учащимся не говорят, что, например, в основе физики лежит эксперимент, а потому, что так быстрее и проще построить процесс обучения. К тому же невозможно большие объемы знаний получить таким же образом, как они были получены человечеством исторически. И поэтому, собственно, эксперимент, в виде лабораторных работ, занимает в курсе физики не более $\frac{1}{4}$ из общей нагрузки (лекции, упражнения, лабораторные работы). Из-за такого подхода, у большинства обучающихся появляется разрыв между, так называемыми, «теорией и практикой». И если на начальных стадиях обучения разделение на лекции, упражнения, лабораторные позволяет систематизировать обучение, то на завершающем этапе возникает необходимость перейти на новый качественный уровень [1]. Особенно это касается студентов уже получивших специализацию бакалавров. У бакалавров уже накоплена достаточная теоретическая и математическая база, есть и опыт самостоятельной деятельности в виде написания дипломной работы. Поэтому мы предлагаем соединить в одно учебно-творческое задание: решение теоретической задачи и проверку ее экспериментальным методом.

С точки зрения формирования у студентов правильного мировоззрения на общепринятые положения современной физики, особую роль играют опыты, напрямую показывающие наличие и достоверность особых свойств микромира, заключающихся в наблюдении и осмыслении корпускулярно-волнового дуализма, как факта устройства природы. Поэтому в качестве примера мы выбрали изучение

эффекта Рамзауэра - Таунсенда [2, 3]

В физической электронике, изучающей прохождение электрического тока через газовый разряд (в том числе и через плазму), особую роль играет упругое и неупругое взаимодействие потока электронов с атомами или ионами среды.

Эффективное сечение упругого рассеяния электронов на атомах газа в сильной степени зависит от скорости (кинетической энергии) электронов. При движении электрона вблизи атома электронная оболочка атома слегка смещается. В результате поляризации, у атома возникает дипольный момент, приводящий к возникновению сил притяжения между электроном и атомом, что обуславливает изменение траектории электрона. Чем больше время нахождения электрона в поле диполя, тем больше будет изменение направления его движения. Отсюда следует, что электроны с большей кинетической энергией будут рассеиваться так же как медленные, если они будут пролетать на меньших расстояниях от атома. Другими словами эффективное сечение упругого рассеяния должно монотонно уменьшаться с увеличением кинетической энергии электронов. Таков вывод классической физики.

Однако экспериментальные результаты по измерению коэффициентов ослабления электронного потока (или сечения упругого рассеяния) в зависимости от скорости (энергии) электронов дают совершенно другой результат (Рис 1)[4].

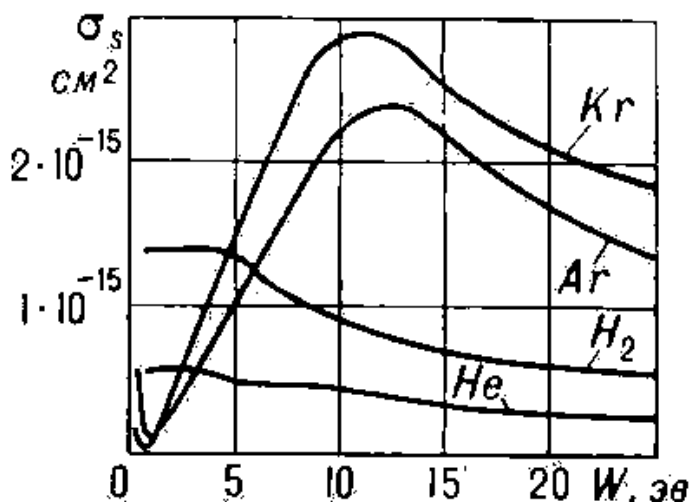


Рис.1 Зависимость эффективного сечения упругого рассеяния электронов σ_s для различных газов от энергии W электронов

Отличительной особенностью является многообразие как количественных характеристик, так и форм зависимостей. При этом заметна аналогия для сходных атомов, например, паров щелочных металлов с одной стороны и атомов инертных газов с другой. Для атомов тяжелых инертных газов аргон, криптон, ксенон имеется ярко выраженный провал на зависимости сечения рассеяния от энергии электронов, при малых значениях энергии около 1 эВ. В этом и заключается эффект Рамзауэра - Таунсенда.

Таким образом на основе классической физики студент научится рассчитывать случайные процессы (взаимодействие электрона с атомом является случайным), узнает что такое сечение взаимодействия и научится рассчитывать его, как и длину свободного пробега электронов в газе, но не сможет понять как этот эффект происходит. А дело в том, что для объяснения эффекта Рамзауэра - Таунсенда необходи-

мо учитывать волновые свойства электрона. Отметим любопытный исторический факт. Эффект Рамзауэра - Таунсенда был открыт в 1921 году, а Луи де-Бройль выдвинул свою знаменитую гипотезу о волновых свойствах движущихся частиц только в 1923. Так вот с точки зрения представления рассеяния электронов на атомах (как областях со скачком электрического потенциала) как волны, эффект Рамзауэра - Таунсенда получает довольно простое объяснение. Этот эффект подобен просветлению в волновой оптике, с которым учащиеся зачастую знакомятся уже в курсе средней школы, ведь без просветляющих покрытий сейчас не обходится практически ни одно оптическое устройство, от очков до биноклей. И оказывается, что используя волновую физику частиц можно, например, оценить размеры атома в газе. Ну а для продвинутых в теории и математике студентов можно дать строгое решение эффекта, принятое в современной физике. То есть квантово-механический расчет на основе решения уравнения Шредингера.

Итак, эффект Рамзауэра - Таунсенда играет важную роль при изучении газовых разрядов, параметров плазмы, например, в зависимости от давления, во многих явлениях связанных с подвижностью электронов. Но не только. В 1953 году эффект Рамзауэра лег в основу модели, описывающей энергетическую зависимость сечения рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Сейчас эта модель доработана и в настоящее время позволяет найти сечения рассеяния нейтронов в широком диапазоне энергий от 20 до 550 МэВ, используя крайне ограниченное количество параметров (что не так часто встречается в ядерной физике или физике элементарных частиц) [5].

Еще раз подчеркнем, что свойство частиц отражаться от областей с резким скачком потенциала является чисто квантово-механическим эффектом. Оно вытекает из волновых свойств материи и не может быть объяснено в классической физике.

При выполнении данной лабораторной работы в задачу студента входит:

проведение физического эксперимента, связанного со снятием вольт - амперных характеристик газонаполненного (например, ксеноном или криптоном) электронного триода;

по значению ускоряющего напряжения определить энергию электронов, а по значению электрического тока рассчитать плотность потока электронов;

из расчета рассеянной плотности потока определить коэффициент ослабления электронного потока в газе, эффективное сечение упругого рассеяния и длину свободного пробега электронов, а так же их зависимости от скорости (энергии) электронов;

произвести расчет на основе квазиклассических волновых представлений в соответствии с гипотезой Луи де-Бройля;

произвести квантово-механический расчет на основе представлений о волновой функции, векторе потока плотности вероятности и решения уравнения Шредингера с учетом начальных и граничных условий;

на основе проведенных расчетов определить эффективный диаметр атомов газа и величину потенциальной ямы, возникающей при поляризации атома;

написать отчет по проделанной работе, в котором отразить физический смысл и понимание исследованных физических величин и использованных подходов и их взаимосвязь.

Таким образом, используя в лабораторном практикуме для магистров классические эксперименты, мы достигаем нескольких целей. Помимо изучения собст-

венно волновых свойств частиц (как в данной работе), студенты получают представление об истории и логике развития физики, укрепляют диалектические принципы мировоззрения на развитие человеческих знаний о природе мира, нас окружающего. Устанавливают взаимную связь процессов происходящих в микромире с принципами, используемыми в современной инженерии, технике, промышленной электронике, развивая инновационное мышление.

1 Степанова Т.Р., Вяххи Е.Н. Якименко А.Н. *Развитие интерактивных методов в курсе физики* – Материалы XXI Международной научно-методической конференции «ВЫСОКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ» Санкт-Петербург, 5–7 июня 2014 г., Том 2 Санкт-Петербург, изд-во Политехнического университета, 2014 г., с.147-150.

2 Carl Ramsauer Über den Wirkungsquerschnitt der Gasmoleküle gegenüber langsamen Elektronen (нем.) // *Annalen der Physik*. — 1921. — Т. 4. — № 64. — С. 513—540.

3 Bailey, V. A. and Townsend, J. S. The motion of electrons in gases (англ.) // *Philosophical Magazine*. — 1921. — Т. 6. — № 42. — С. 873-891.

4 Рамзауэра эффект // Большая советская энциклопедия.

5 R.S. Gowda, S.S.V. Suryanarayana, S.Ganesan. The Ramsauer model for the total cross sections of neutron nucleus scattering. arXiv:nucl-th/0506004 v1 2 Jun 2005.

СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННОМУ ЭКЗАМЕНУ

Ткачева Т.М.

Москва, Россия, Московский государственный автомобильно-дорожный
технический университет (МАДИ)
tmtkach@rambler.ru

Глубокие преобразования в мире заставляют искать новые пути для полноценной подготовки инженерного корпуса. Конкурентоспособность инженера зависит от приобретенных им компетенций, причем во многом коммуникативные компетенции играют решающую роль. В настоящее время успех в карьере может быть достигнут, в том числе, если выпускник может продемонстрировать:

- навыки межличностного общения, включая знание иностранного языка;
- способность к разработке планов для совместной работы в команде;
- этичное, нравственное поведение;
- инновационное мышление;
- исследовательские навыки;
- навыки написания научных текстов;
- навыки презентации своих результатов.

Коммуникативная способность выпускника технического вуза, инженера как устная, так и письменная, максимально востребована работодателями. Для любого направления подготовки ФГОС ВПО в качестве общекультурной компетенции содержит такую запись: выпускник должен обладать «свободным владением литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, навыками публичной и научной речи, умением создавать и редактировать тексты профессионального назначения, владением одним из иностранных языков как средством делового общения». К сожалению, типичное академическое обучение, в которое включено обучение и устной и письменной коммуникациям остается всего лишь ... академическим упражнением. Для обеспечения реального и надежного опыта в этой облас-

ти, а также как средство оценки знаний студента, предложена и развита такая форма, как студенческая научная конференция.

В большинстве случаев экзамены и зачеты не предоставляет студентам возможность исправить ошибки в их рассуждениях и внести коррективы в их понимание изучаемой дисциплины. Если экзамен письменный, то написал, преподаватель проверил, поставил оценку – и всё! Если экзамен устный, то ход его примерно такой же: ответил, попытался исправить ошибки быстро, без размышлений и без дополнительной проработки – и всё! Традиционный подход к оценке знаний студента проверяет память студента и немножко его способность быстро вспомнить и применить необходимую информацию (например, для решения единственной задачи по программе дисциплины).

В отличие от традиционного подхода, студенческие конференции [1] заставляют студента при подготовке доклада проявить свои способности в нескольких областях:

- для поиска необходимой информации,
- для ее анализа,
- для отбора информации,
- для подготовки презентации – визуальный ряд и текст доклада.

Нетрадиционный подход в виде подготовки доклада-презентации в несколько этапов обеспечивает больше возможностей для того, чтобы скорректировать понимание ключевых понятий и использовать это понимание для окончательной подготовки доклада. Этапы подготовки включают консультации с преподавателем по следующей схеме: выбор темы и ее обсуждение; первичный подбор информации и ее обсуждение; первый вариант доклада, исправление замечаний; и, наконец, окончательный вариант доклада-презентации. Одной из отличительных характеристик предлагаемого варианта оценки знаний студента является обратная связь на протяжении всего семестра и индивидуальный подход преподавателя. Именно такое взаимодействие и является примером личностно-ориентированного обучения [2]. Результатом подготовки к выступлению на конференции является не только более полное и качественное понимание рассматриваемой проблемы, но и навыки исследователя, аналитика, автора научной статьи и докладчика. Кроме того, возникают навыки создания презентаций, выбора материала, поиск визуального ряда, подтверждающего положения исследованной темы.

В МАДИ студенческие научные конференции проводились в 2012-2014 гг. при изучении дисциплины «Физические основы микроэлектроники» [3] студентами второго курса, обучающимися по направлениям подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки «Электрооборудование автомобилей и тракторов»; 151000 «Технологические машины и оборудование», профиль «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»; 190110 Транспортные средства специального назначения, специализация № 1 «Военные гусеничные и колесные машины», специализация № 2 «Наземные транспортные комплексы ракетной техники».

Проведение студенческой научной конференции представляет собой своего рода ролевую игру [4]. Известно, что такой подход к обучению, как ролевая игра очень эффективен. На первом этапе в студенческой группе создается Оргкомитет будущей конференции, который должен выпустить информационное сообщение о предстоящей конференции. В качестве примера были использованы информационные сообщения о проведении конференций ФССО. Конференция включает четыре

секции: историко-биографическая, получение монокристаллического кремния, диагностика монокристаллического кремния, транснациональные компании – изготовители микроэлектроники. Следующий этап включает выбор тем докладов в соответствии с названиями секций. Разумеется, на этом этапе преподаватель помогает студентам, предлагая некоторые темы. Затем происходит распределение ролей – модератор, докладчик, видео оператор, режиссер итогового ролика (Табл.1). Модераторами каждой секции становились по желанию студенты, которые готовы были заранее прочитать все доклады в своей секции и подготовить вопросы по каждому докладу. Видео отчет по конференции включал полную версию – каждый доклад снимали полностью. Затем были изготовлены короткие ролики для демонстрации студентам следующего года обучения.

Таблица 1. Количество участников студенческих научных конференций по дисциплине «Физические основы микроэлектроники»

	2012	2013	2014
Оргкомитет	3	4	2
Модераторы	4	4	4
Докладчики	14	17	7
Видео операторы	3	4	2
Режиссер	1	1	1

Студенты готовили доклады - презентации в соответствии с предлагаемыми правилами и представляли их в конце семестра, как итог изучения курса в течение семестра. Первое, что можно извлечь из подготовки такого доклада, это возможность студенту собрать дополнительную информацию о предмете обсуждения в докладе на основе уже изученного в классе. Вторым важным аспектом подготовки доклада является возможность установить понятную и верную взаимосвязь между дисциплиной «Физические основы микроэлектроники» и темой доклада. Например, изучая дисциплину «Электрооборудование автомобиля», студент узнал, каким образом осуществляется зажигание путем использования электронного устройства. Как это устройство работает, что лежит в основе его изобретения, какие возможны неполадки в процессе эксплуатации – все эти вопросы могут быть сняты при хорошем знании дисциплины «Физические основы микроэлектроники». Такая глубокая проработка темы дает возможность увидеть взаимосвязь фундаментальной науки и реального использования ее достижений. Студенту предлагается возможность понять принцип действия современного сложного устройства, преподавателю предоставляется уникальная возможность для оценки понимания предмета студентом. Доклады – презентации служат итоговым средством для зачета по дисциплине.

Фундаментальные вопросы оценки знаний студента требуют новых разработок. Необходимо определить, как можно эффективно измерить знания и понимание, является ли адекватным традиционный подход к оценке знаний студента, можно ли считать объективным результатом изучения предмета полученные на экзамене оценки, и с другой стороны, насколько объективной является оценка, полученная при выступлении на студенческой научной конференции.

Проведение консультаций в диалоговом режиме подчеркивает коллегиальную работу студента и преподавателя. При этом основная нагрузка ложится на преподавателя, который, проверяя предлагаемые варианты работ студентов, должен успеть не только указать на недостатки и ошибки, но и, поговорив со студентом, помочь ему найти пути для их исправления. Консультации включают также

общую дискуссию до и после индивидуальных занятий. Разумеется, такие общие консультации начинаются с выяснения предмета дискуссии, который определяется по желанию студентов. Предоставляя большую самостоятельность студентам, как в выборе темы доклада, так и в форме предоставления результатов, преподаватель поддерживает тем самым авторство студентов. Свобода выбора, право на самостоятельные выводы, анализ собственных ошибок во время подготовки работы увеличивают возможность понять и научиться использовать полученные знания.

Проведение студенческих научных конференций как формы итогового зачета или экзамена по предмету выявляет самостоятельность мышления и намного увереннее дает оценку их знаниям, чем традиционный подход к оценке. Можно предположить, что проведение такого рода конференций дважды в семестр еще больше усилит возможности для овладения изучаемым предметом.

1. Larkin T.L. Breaking with Tradition: Using the Conference Paper as a Case for Alternative Assessment in Physics / Tereza L. Larkin// В сборнике: 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2013, 2013. – p. 769-776

2. Сазонова, З.С. Личностно-ориентированное обучение студентов в техническом вузе. /Сазонова З.С., Ткачева Т.М.//Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки, 2014.– № 1 (27). – С. 27-35.

3. Ткачева, Т.М. Физические основы микроэлектроники: учебное пособие /Т.М. Ткачева// М.: МАДИ, 2014. – 185 С.

4. Вербицкий А.А. Психолого-педагогические особенности деловой игры как формы знаково-контекстного обучения// Игровое моделирование: Методология и практика под ред. И.С. Ладенко. Новосибирск: Наука, 1987. – С. 78-99.

ЛАБОРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Черненко Ю. С., Шейнман И. Л., Овдиенко Е. Н., Богатский К. М.

Санкт-Петербург, Россия, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

julia-chernenco@yandex.ru

Учебные лабораторные комплексы, посвященные изучению вынужденных колебаний, интенсивно разрабатываются в последние годы [1-3]. Для успешной применимости в учебном процессе, они должны удовлетворять следующим требованиям:

1) наличие колебательной системы с регулируемой собственной частотой и добротностью,

2) наличие источника периодического воздействия,

3) реализация связи между источником периодического воздействия и колебательной системой, обеспечивающей гармонический закон вынуждающего воздействия на систему,

4) система регистрации амплитуды и фазы колебаний.

Для обеспечения этих требований в установке МПТ [1] использован мотор с управляемой частотой вращения, передающий с помощью кривошипно-шатунного механизма, жесткого стержня к массивному шару, подвешенному на эластичном жгуте. Уменьшение добротности системы достигается применением бумажного диска.

В МГТУ им. Баумана предложены установки изучения вынужденных колебаний твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси [2] и система с инерци-

онным возмущением [3]. В последней двигатель и маятник установлены на тележке, способной перемещаться по направляющим и соединенной пружинами с неподвижными стенками. Передача вращательного момента от двигателя к кривошипному механизму и далее к маятнику идет через червячный редуктор и муфту.

В установке МГУ [4] использовался пружинный маятник, представляющий собой постоянный магнит, помещенный в вязкую среду, совершающий колебания в переменном магнитном поле катушки с током.

В установке, разработанной сотрудниками СПбГЭТУ «ЛЭТИ», колебательная система реализована в виде физического маятника *1* с возможностью изменения момента инерции. Система вынуждающего воздействия реализована на базе шагового двигателя *2*, с системой управления, допускающей регулировку частоты вынуждающей силы воздействия с шагом 0.02 Гц. Система передачи периодического воздействия реализована с помощью эластичного жгута *3* (рис. 1).

Исследование свободных и установившихся вынужденных колебаний включает:

1. Определение параметров колебательной системы (коэффициента затухания и добротности) различными способами.
2. Построение амплитудно-частотной характеристики колебательной системы и проведение ее сравнения с теоретической зависимостью.
3. Исследование переходного процесса установления колебаний, представляющего собой суперпозицию свободных и вынужденных колебаний.

Разработанный лабораторный учебно-методический комплекс для исследований свободных и вынужденных колебаний обладает относительной простотой механической и электрической систем, высокой «студентоустойчивостью», ремонтнопригодностью и относительно низкой себестоимостью. Это позволяет авторам надеяться, что он будет востребован в университетах и школах.

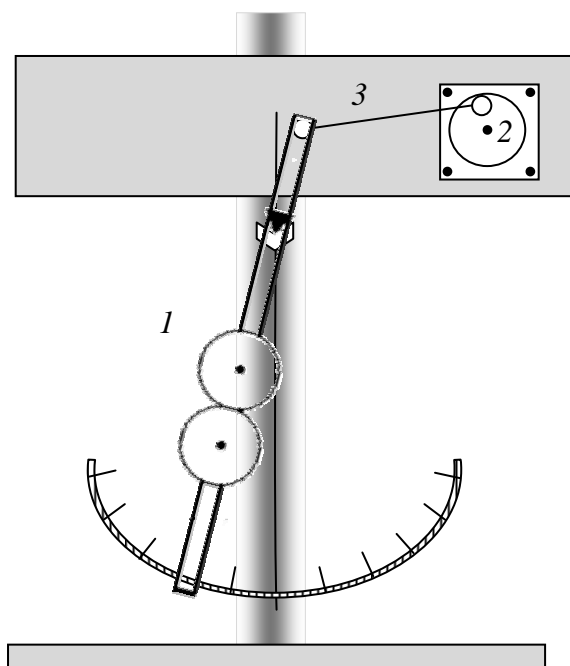


Рис. 1. Эскиз установки

1. MIT Physics Demo - Driven Mechanical Oscillator. [Электронный ресурс]. <http://techtv.mit.edu/videos/769-mit-physics-demo-driven-mechanical-oscillator>.
2. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы (ТМЛ-08М). [Электронный ресурс]. <http://hoster.bmstu.ru/~fn3/umr/laborator/USTANOVKI/VYNUJD/vinujd.htm>
3. Вынужденные колебания системы с инерционным возмущением. [Электронный ресурс]. <http://hoster.bmstu.ru/~fn3/umr/laborator/USTANOVKI/INERTS/inerts.htm>.
4. Л. П. Авакянц, П. Ю. Боков, А. М. Салецкий, А. И. Слепков, А. В. Червяков. Задача общего физического практикума «Свободные и вынужденные колебания пружинного маятника» // Физика в системе современного образования (ФССО-2013): материалы XII Международной научной конференции. Петрозаводск, 3–7 июня 2013 г.: в 2 т. / отв. ред. А. И. Назаров. Т. 1. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. <http://genphys.phys.msu.ru/rus/lab/mech/128/i2.htm>.

РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Черных А.В.

Москва, Россия, Российский государственный университет нефти и газа
им. И.М. Губкина
fu3rh@mail.ru

Развитие и становление физического образования в нашей стране, критическое осмысление различных подходов к обучению физике, характер поставленных целей и реализующего их содержания в соотношении с возрастными особенностями студентов говорят о том, что реформирование физической подготовки в той или иной форме должна последовательно осуществляться на всех ступенях высшего профессионального образования.

Целевая ориентация вузовского образования на подготовку конкурентоспособных специалистов требует определить систему формирования критического мышления будущих инженеров в процессе изучения учебных дисциплин Федерального государственного образовательного стандарта, в том числе и курса физики.

В педагогике и психологии существуют различные подходы к определению критического мышления.

Так, например, Д. Халперн определяет **критическое мышление** как *использование когнитивных техник или стратегий, которые увеличивают вероятность получения желаемого конечного результата*. Это определение характеризует мышление как нечто отличающееся контролируемостью, обоснованностью и целенаправленностью, - такой тип мышления, к которому прибегают при решении задач, формулировании выводов, вероятностной оценке и принятии решений. При этом думающий человек использует навыки, которые обоснованы и эффективны для конкретной ситуации и типа решаемой задачи» [1].

Одной из особенностей формирования критического мышления, является изменение функций подготовки по физике, которая утрачивает свою традиционную самостоятельность и становится элементом, который интегрируется с целостной психолого-педагогической готовностью. Мобильность, трансформируемость знаний по физике в инструмент формирования интересов, развития способностей студентов, профессиональной направленности возможны при наличии у будущих инженеров четких представлений о фундаментальных основах современной физики как инвариантном компоненте предметной культуры, что позволяет им адекватно решать различные образовательные задачи.

Одна из ответственных задач обучения физике заключается в том, чтобы развивать критическое мышление студентов, которое тесно связано с математическим; совершенствовать умение мыслить, умозаключать, делать выводы, т.е. формировать умственную культуру, характеризующуюся определенным уровнем развития мышления, овладением обобщенными приемами рассуждений, стремлением приобретать знания и умением применять их в незнакомых ситуациях. Чтобы каждый студент понял, что математический стиль мышления не является привилегией только академической элиты.

Физика, наряду с другими дисциплинами, решает задачи всестороннего гармонического развития и формирования личности. Соответственно, возникает вопрос, каким должно быть содержание курса общей физики и какой должна быть технология обучения, чтобы ее применение было направлено на системное формирование у студентов критического мышления как уровня его готовности к будущей трудовой деятельности в качестве инженера, отвечающего современным требованиям.

Рост объема информации и постоянное обновление знаний, творческий характер труда требуют не только вооружения студентов определенными умениями и навыками, но и формирования у них навыков самостоятельной работы, а также умения критически мыслить, что включает в себя аргументированное обоснование своей позиции, принятие решений. Одним из важных условий развития критического мышления у специалистов естественнонаучного профиля служат семинарские занятия и лабораторно-практические работы, являющиеся важной формой применения знаний на практике.

Существует великое множество приёмов и способов для формирования критического мышления студентов, все они зависят от фантазии и творческого подхода преподавателя. Формировать критическое мышление можно как целенаправленно (на спецкурсах, дополнительных занятиях, внеурочных мероприятиях), так и в течение каждого занятия.

Процесс приобретения знаний превращается в стартовую, но не в конечную точку мыслительного процесса.

Критическое мышление приобретает важное значение для проявления интереса к самостоятельной исследовательской деятельности у студентов и служит базисом, которым студенты будут пользоваться при формулировании своих гипотез.

В процессе обучения физике мы выстраиваем свои занятия в виде трех этапов, в основу которых, заложена базовая модель технологии развития критического мышления.

1 этап: семинарские занятия репродуктивного типа и с элементами индивидуальных вариативных заданий. Большая часть заданий должна носить репродуктивный характер, закрепляющая знания, полученные при изучении теоретического материала, так как на данном этапе, формируются базовые знания студентов.

2 этап: лабораторный практикум - направлен на применение полученных знаний в реальной практике. Он ориентирован на познавательную деятельность студентов, мотивируемую реальным применением на практике знаний, полученных на первом этапе, а так же умением обосновать наблюдаемые, в ходе лабораторной работы явления и процессы.

3 этап: исследовательская работа. Этот этап – формирует у студентов самостоятельное принятие решений. Приобщает их к научно-исследовательской деятельности.

Все виды практических занятий (*учебные семинары, лабораторные работы, лабораторный физический практикум и т.д.*) играют исключительно важную роль в процессе обучения студентов, так как формируют их творческое, научное и критическое мышление.

Технология развития критического мышления предлагает **строить занятие по схеме вызов - осмысление - рефлексия** и предлагает набор приемов и стратегий. Комбинируя эти приемы, преподаватели могут адаптировать любое занятие к конкретному материалу и к уровню развития студентов. В качестве примера, рассмотрим лишь некоторые из них.

Графические приемы. Студенты с помощью предложенных приемов делают попытки предварительной систематизации материала, высказывают свои идеи, визуализируя их. Многие приемы «работают» на смысловой стадии, а некоторые могут стать ведущей стратегией занятия.

Часто студенты испытывают затруднения при записи материала. В этой связи достаточно полезную роль может сыграть умение представлять материал в схематической, графической форме. Схемы, таблицы и графики систематизируют мысль, делают сложные конструкции более наглядными и понятными. Представление материала в графической форме позволяют студенту лучше классифицировать представленную информацию.

Прием «Плюс, минус, интересно». Заполнение таблицы ПМИ (плюс, минус, интересно) помогает организовать работу с информацией на стадии осмысления. Новая информация заносится в таблицу, по ходу чтения параграфа заполняются соответствующие графы. Этот прием можно использовать и на стадии рефлексии. Так или иначе, пошаговое знакомство с новой информацией, увязывающей ее с уже имеющейся, - это способ активной работы с текстом.

В графе «Плюс» отмечаются наиболее важные, существенные ключевые слова или фразы из текста. В эту графу заносится информация, характеризующая описываемое явление, предмет, объект с положительной стороны.

В графе «Минус» отмечаются признаки изучаемого предмета, объекта или явления, свидетельствующие о его отрицательных сторонах.

В графе «Интересно» студенты отмечают факты, теоретические положения, являющиеся для них наиболее интересными, неожиданными.

Подчеркнем, что особенностью работы со сводной таблицей ПМИ является то обстоятельство, что в нее заносятся только данные из изучаемого текста или цитаты из объяснения преподавателя без их интерпретации. Это способствует развитию у студентов культуры корректной работы с информацией без искажения ее смысла.

Таблицы вопросов.

Большое значение в технологии развития критического мышления отводится приемам, формирующим умение работать с вопросами. В то время как традиционное преподавание строится на готовых «ответах», которые преподносятся студентам, технология критического мышления ориентирована на вопросы, как основную движущую силу мышления. Мысль остается живой только при условии, что ответы порождают дальнейшие вопросы. Студенты, которые имеют вопросы, по-настоящему думают и стремятся к знаниям. Уровень задаваемых вопросов определяют уровень нашего мышления.

Мы рассмотрели лишь некоторые приемы организации материала в режиме технологии развития критического мышления. Их особенность состоит в том, что

все они являются ядром, вокруг которого и должен строиться процесс обучения.

Лучше используемые приемы чередовать между собой и выстраивать по стратегии действия: *от простого к сложному; от анализа к синтезу; от репродуктивного воспроизведения к творческому поиску.*

В заключение, хотелось бы отметить, что именно благодаря критическому мышлению процесс познания на различных его этапах обучения приобретает индивидуальность и становится осмысленным, непрерывным и продуктивным. Задача преподавателя помочь студентам стать более самостоятельными, научить их мыслить критически, использовать весь арсенал знаний и доступных средств, для получения нужной информации, а так же творчески относиться к учебе.

1.Халперн Д. Психология критического мышления. — СПб., 2000 г.- 512С

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА КАК СИСТЕМА УЧЕТА КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ РАБОТЫ В СЕМЕСТРЕ ПРИ ВЫСТАВЛЕНИИ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Чечеткина Н.В.¹, Ломакина Е.В.²

¹Химки, Россия, ФГБОУ ВПО АГЗ МЧС России

²Москва, Россия, ФГБОУ ВПО МГУПП

chchetkina-n@yandex.ru

Балльно-рейтинговая система (далее БРС), разработанная авторами статьи [1], - это система непрерывной и накопительной количественной оценки качества освоения студентом учебной дисциплины «Физика». На каждом занятии осуществляется текущий контроль. Результатами текущего контроля являются:

на лекции – отметка о присутствии или отсутствии студента на лекции;

на практических занятиях – балл, выставленный обучающей программой (практические занятия по физике проводятся в компьютерном классе с использованием обучающей программы, которая оценивает работу студента по стобалльной шкале);

на лабораторных занятиях – отметка о выполнении лабораторной работы, отметка о выполнении студентом расчётов, обычные оценки по пятибалльной шкале за ответ на теоретический вопрос, вопрос по методике эксперимента и решение задачи [1, 2].

Для разных направлений подготовки отводится разное количество часов как на учебную дисциплину в целом, так и на различные виды аудиторных занятий (лекции, практические занятия, лабораторные занятия). Исходя из этого, разработчики БРС (они же авторы статьи) приняли решение на этапе текущего контроля оставить привычную для преподавателей и студентов систему оценок деятельности студентов. Поскольку в противном случае нужно было бы для каждой группы вводить свою систему баллов, с учетом видов аудиторных занятий, предусмотренных учебным планом, их количества и даже того, что занятия пропадают из-за праздников. Или разработать единую систему баллов, а для каждой группы ввести коэффициент пересчёта. Но оба эти варианта были отвергнуты как минимум по двум причинам. 1. Обе системы потребуют больших затрат времени преподавателей на подсчет рейтинга, а в нормах расчета нагрузки преподавателей этот вид их деятельно-

пуск к экзамену на последнем занятии, изменилось от 21 (в первом семестре) до 15,7 (во втором семестре), а средний балл итоговой аттестации соответственно возрос от 3,68 до 3,83.

Результаты анализа для групп 13-ТПМ-3,6,7,8,11 (направление подготовки 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья») представлены на рис. 1-2.

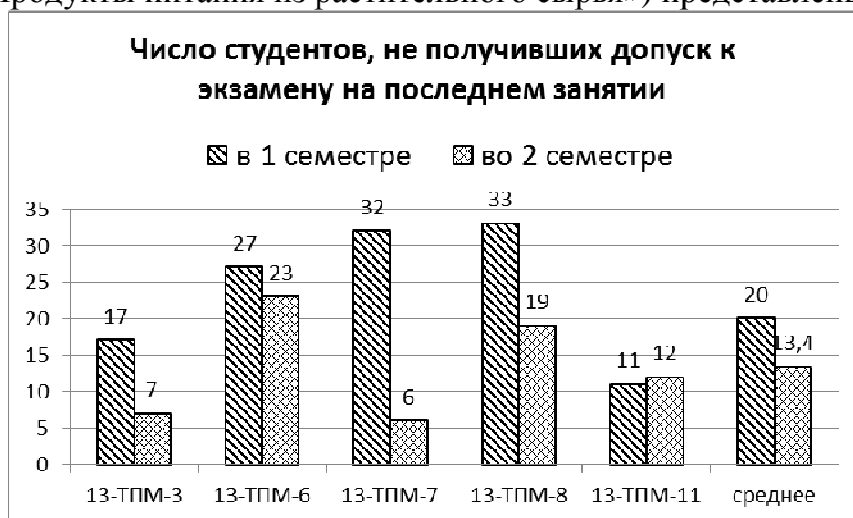


Рис. 1. Распределение числа студентов, не получивших допуск к экзамену на последнем занятии, по группам и в среднем по потоку

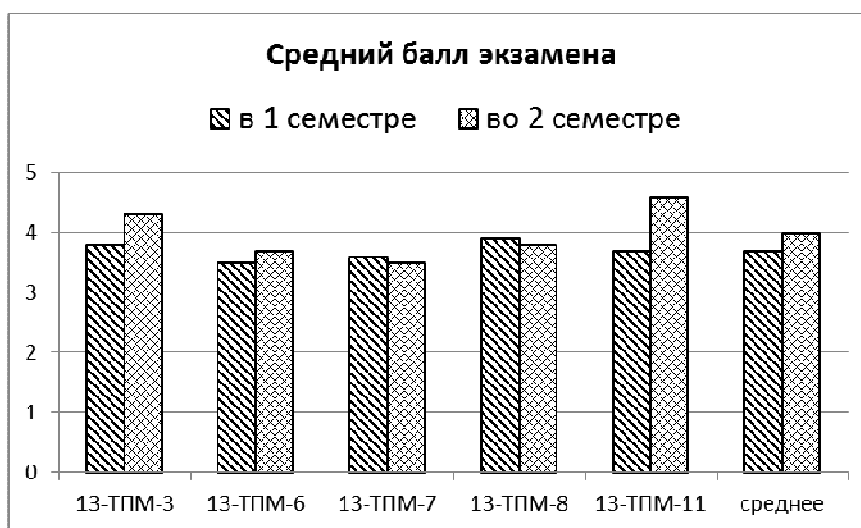


Рис. 2. Распределение среднего балла экзаменационной оценки по группам и в среднем по потоку

Анализ показал, что, во-первых, уменьшилось число студентов, не получивших допуск к экзамену на последнем занятии, во-вторых, немного повысился средний балл на экзамене, т.к. увеличилась доля студентов, получивших оценку хорошо и отлично. Следовательно, можно предположить, что предложенная авторами статьи балльно-рейтинговая система, как система учета качества выполнения текущей работы в семестре при выставлении итоговой оценки по дисциплине влияет одинаково позитивно на группы студентов с различной степенью подготовленности, позволяя «слабым» студентам набрать поэтапно необходимое минимальное число баллов для их итоговой аттестации, а «сильным» - укрепить свою позицию на экзамене за счёт кропотливой работы в семестре.

1. Ломакина Е.В., Чететкина Н.В. Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов по физике / Ломакина Е.В., Чететкина Н.В. / Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина «Теория и методика профессионального образования», вып. 4 (60), -М.: 2013. С. 142-145.

2. Ломакина Е.В. Применение информационных образовательных технологий для проведения практических занятий по физике. / Ломакина Е.В. // Сборник трудов 12 Международной конференции «Физика в системе современного образования»,- Петрозаводск.: 2013 .С.214-216.

3. Чететкина Н.В. Включение элементов электронного образования в лекционно-семинарскую систему обучения студентов. / Чететкина Н.В. // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина «Теория и методика профессионального образования», вып. 4 (64), -М.: 2014. С.135 -139.

ТЕСТИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКЕ

Чиликанова Л.В.

Иркутск, Россия НИ ИрГТУ

lvirktech@gmail.com

Студенты направления подготовки: 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (СУЗ) изучают дисциплину Строительная физика в 4-ом семестре одновременно с последними разделами курса физики. Многие понятия, характеристики физических величин, физические законы и явления используются в Строительной физике (Табл.).

Таблица. Разделы физики и физические величины, используемые в строительной физике

Строительная физика	Физика
Строительная светотехника	Фотометрия. Природа света его основные характеристики, величины и единицы измерения.
Архитектурно-строительная акустика	Природа звука, его распространение в различных средах, основные понятия и величины. Интерференция волн Стоячие волны Дифракция
Строительная теплофизика	Теплота. Температура. Теплоемкость Виды теплопередачи: теплопроводность, излучение, конвекция Явление теплопереноса, закон Фурье Абсолютная и относительная влажность, «точка росы», конденсация.

Для актуализации предшествующих знаний по физике текущим контролем предусмотрено тестирование, которое проводится по каждому из трех разделов дисциплины строительная физика. Тестирование занимает 15–20 мин на практических занятиях. На лекции предварительно приводится небольшой глоссарий по физике - словарь узкоспециализированных терминов с толкованием, чтобы сократить время поиска студентами нужного материала по физике.

Например, для раздела Строительная теплофизика необходимы точные знания терминов: абсолютная и относительная влажность, «точка росы», конденсация.

Конденсация - переход вещества вследствие его охлаждения или сжатия из газообразного состояния в жидкое или твердое. Насыщенный пар - пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью (того же химического состава).

Критическая температура T_k - температура, при которой исчезают различия в физических свойствах между жидкостью и ее паром. Относительная влажность φ - величина, характеризующая содержание водяного пара в воздухе, показывающая, насколько водяные пары далеки от насыщения. Точка росы t_p - температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным паром.

Контрольные вопросы для компьютерного тестирования с выбором ответа позволяют быстро восстановить необходимые понятия и термины.

1. Относительная влажность воздуха - это:

отношение существующего содержания пара к максимально возможному содержанию пара

отношение максимально возможного содержания пара к существующему содержанию пара

фактическая масса воды, накопившаяся в воздухе независимо от температуры; максимально возможное содержание пара

2. Абсолютная влажность воздуха – это:

фактическая масса воды, накопившаяся в воздухе независимо от температуры
отношение существующего содержания пара к максимально возможному содержанию пара

отношение максимально возможного содержания пара к существующему содержанию пара

максимально возможное содержание пара

3. Точка на диаграмме состояния, в которой при указанных на графике давлении и температуре все три агрегатных состояния одного вещества существуют вместе в состоянии равновесия:

тройная точка

двойная точка

точка росы

одинарная точка

4. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью

насыщенный пар

ненасыщенный пар

сконденсированный пар

легкий пар

5. При динамическом равновесии число молекул, переходящих из жидкости в пар за некоторый промежуток времени, и число молекул, возвращающихся из пара в жидкость за то же время:

равны друг другу

не равны друг другу

первое число больше второго

второе число больше первого

6. Уменьшение объема насыщенного пара вызывает:

конденсацию части пара.

приводит к повышению давления

приводит к повышению температуры

приводит к понижению температуры

7. Температура, при которой исчезают различия в физических свойствах между жидкостью и ее паром

критическая температура

тройная точка

точка росы

двойная точка

8. Ненасыщенный пар, получаемый путем перегрева насыщенного (насыщающего) пара перегретый пар

недогретый пар

влага

конденсат

Кроме текущего контроля тестирование необходимо и при самостоятельной внеаудиторной работе студентов, оно способствует закреплению теоретического материала дисциплины и материала практических занятий, тестирование позволяет избежать пассивного восприятия информации

СЕКЦИЯ 3. ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПО ФИЗИКЕ

ЗАЩИТА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОРТФОЛИО КАК ФОРМА ИТОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ МАГИСТРОВ

Агибова И.М., Крахоткина В.К.

Ставрополь, Россия, Северо-Кавказский федеральный университет
agibova@yandex.ru

Компетентностный подход в современном профессиональном образовании представляется как одно из наиболее важных направлений обновления содержания в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования.

Так как профессиональная компетентность является деятельностной характеристикой и отражает субъектную позицию студента в деятельности, то для диагностики уровня ее сформированности на государственной аттестации целесообразно использовать формы, позволяющие оценить умения будущего магистра решать следующие профессиональные задачи:

- конструировать содержание, методы и технологии обучения физике в профильной школе на основе компетентного подхода, который предполагает, что подлинное знание – это индивидуальное знание, полученное в процессе собственной деятельности и связанное с формированием навыков практической деятельности;
- разрабатывать и использовать разнообразные формы организации учебной и внеучебной деятельности учащихся;
- разрабатывать планы уроков, позволяющие строить индивидуальные образовательные траектории ученика;
- использовать информационные ресурсы для проведения уроков по физике в профильной школе;
- способствовать социализации, формированию общей культуры личности, осознанному выбору и последующему освоению профессиональных образовательных программ;
- проектировать и осуществлять своё профессиональное образование.

С целью оценки уровня сформированности профессиональных компетенций выпускников итоговый государственный экзамен у магистрантов направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование (магистерская программа «Физическое образование») в Институте математики и естественных наук Северо-Кавказского федерального университета проводится в форме защиты методического портфолио учителя физики по одной из тем методики преподавания физики, предложенной студенту за 1-2 дня до проведения экзамена.

Структура методического портфолио:

- компетенции, формируемые у учащихся при изучении темы или раздела;
- знания, умения и навыки, которыми должны овладеть учащиеся;
- тематическое планирование темы;
- педагогические технологии, которые целесообразно использовать при изучении темы;

- содержание 2-3 уроков (конспект урока, презентация);
- формы контроля знаний по теме;
- проектная и исследовательская деятельность при изучении темы или раздела;
- система подготовки к ЕГЭ;
- планирование внеурочной работы по данной теме (тематика внеклассных мероприятий).

Примерная тематика методического портфолио может быть следующей: методика изучения темы «Законы Ньютона» в профильной школе; методика изучения темы «Законы сохранения в механике» в профильной школе; методика изучения темы «Молекулярная физика» в профильной школе и т.п.

Критериями оценки методического портфолио, которые студентам сообщаются одновременно с выдачей задания на его разработку, являются:

1. Правильность определения формируемых компетенций, уровней сформированности знаний, умений навыков.
2. Качество составленного тематического плана.
3. Целесообразность предлагаемых педагогических технологий.
4. Оценка содержания уроков:
 - как определены цели урока: дидактические, развивающие, воспитательные;
 - насколько структура урока соответствует поставленным целям;
 - какие методы обучения выбраны учителем для реализации поставленных целей. Какие методические приёмы позволяют реализовать данные методы обучения;
 - какова степень соответствия содержания урока поставленным целям (логика и методика изучения материала);
 - какова степень владения учителем фактическим материалом;
 - насколько продуманы формы организации активной познавательной деятельности учащихся на уроке. Позволяют ли они осуществить личностно-ориентированное обучение;
 - насколько рационально использованы средства наглядности на уроке: демонстрационный эксперимент, лабораторный эксперимент и ЭОР, каково понимание методических возможностей использования ЭОР в учебном процессе;
 - уровень соответствия подготовленной презентации к уроку эргономическим требованиям.
5. Соответствие предлагаемых форм контроля содержанию темы, возрастным особенностям учащихся.
6. Соответствие предлагаемой проектной и исследовательской деятельности содержанию темы, возрастным особенностям учащихся.
7. Реализация возможности подготовки учащихся к ЕГЭ.
8. Оценка воспитательного мероприятия:
 - тема проводимого мероприятия, форма его проведения, структура, оборудование;
 - место проводимого мероприятия в системе воспитательной работы;
 - соответствие темы, цели и содержание мероприятия;
 - общая продолжительность и рациональность распределения времени

при проведении мероприятия;

- участие учащихся в подготовке и проведении мероприятия;
- методы и приемы воспитания, использованные при планировании мероприятия;
- учет возрастных особенностей учащихся;
- эмоциональное воздействие проведенного мероприятия на учащихся.

Рассмотрим в качестве примера методическое портфолио магистранта Афанасьевой В.С. Тема защищаемого портфолио «Методика изучения законов Ньютона в профильной школе». Автором представлено тематическое планирование, указаны формируемые компетенции, применяемые технологии обучения: личностно-ориентированное образование; проблемное обучение; технология критического мышления; информационно-коммуникативные технологии; технологии частично-поисковой деятельности. Магистратом были разработаны конспекты уроков: «Законы Ньютона», «Основная и обратная задача механики. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета», уроки контроля знаний, представлена система работы по подготовке учащихся к сдаче ЕГЭ, определено содержание каждого занятия. К урокам разработаны презентации. В докладе раскрыта тема проекта «Исаак Ньютон и его открытия», выполняемого учащимися с указанием этапов работы и планируемых результатов. Указаны также темы внеклассных мероприятий «Мини-спектакль «Ньютон»», «Брейн-ринг «Законы Ньютона» и представлены их методические разработки.

Данная форма проведения государственного экзамена по методике преподавания физики делает его интересным и полезным для будущих учителей.

ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «050100 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» ПРОФИЛЬ «ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

Анисимова Н.И., Сельдяев В.И., Семенова Е.Ю.

Санкт-Петербург, Россия, ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»

n_anisim@mail.ru

Обучение по основной образовательной программе (ООП) по направлению подготовки «050100 Педагогическое образование» профиль «Физическое образование» было открыто в 2011 году. В настоящее время студенты, завершают свое обучение в бакалавриате. Особенности этой ООП рассмотрены ранее в статье [1].

Освоение основной образовательной программы подготовки в бакалавриате позволит овладеть знанием основных законов и закономерностей современной физики, современными теориями и методами обучения физике, современными экспериментальными методами исследования, современными методами вычислительной и теоретической физики; сформирует целостность понимания физического единства и многообразия мира.

В рамках 4-летнего обучения в бакалавриате после 1 года обучения студентам предоставлена возможность выбора образовательного маршрута, ориентированного на получение дополнительной подготовки отличной от основной направленности его образовательной программы: углубленное изучение английского языка, теории и практики перевода, или подготовка в сфере информатики, информацион-

ных технологий и вычислительной физики. Подробная информация об ООП, инвариантных и вариативных модулях, дисциплинах и практиках выложена в электронном образовательном ресурсе «Электронный атлас» [2]. Студентам предлагается на выбор освоение одного из двух блоков вариативных модулей.

В состав каждого блока входят три взаимосвязанных модуля. Модули обоих блоков имеют одинаковую трудоемкость объемом в 23 кредита. Они симметрично по семестрам встроены в учебный план ООП. Студент имеет возможность выбора и собственного личностно-ориентированного маршрута, сочетающего общеуниверситетские курсы по выбору и дисциплины вариативных модулей обоих блоков. Тем не менее совершенно очевидно, для того чтобы обеспечить фундаментальность подготовки, модули должны изучаться в «блоке».

Дисциплины вариативных модулей блока 1 обеспечивают получение дополнительных знаний, устойчивых навыков владения языком и компетенций, в области углубленного изучения английского языка, теории и практики профессионально-ориентированного перевода. Структура блока 1 включает 3 модуля: «Основы перевода в сфере профессиональной коммуникации», «Элементарный уровень перевода в сфере профессиональной коммуникации», «Продвинутый уровень перевода в сфере профессиональной коммуникации». В состав каждого модуля входит не менее трех дисциплин. В Герценовском университете к обучению студентов привлекаются носители языка, большое внимание уделяется изучению практических аспектов английского языка.

Освоение модуля «Основы перевода в сфере профессиональной коммуникации» нацелено на формирование лингвистической компетенции как средства, позволяющего сознательно использовать языковые ресурсы в практике профессиональной переводческой деятельности на основании базовых теоретических знаний о структуре и функционировании иностранного языка. В состав модуля входят дисциплины: Введение в языкознание. Теоретическая грамматика. Лексикология и стилистика иностранного языка.

В ходе освоения модуля «Элементарный уровень перевода в сфере профессиональной коммуникации» студенты овладевают основными переводческими приемами, направленными на формирование переводческой компетенции как средства, позволяющего на профессиональном уровне осуществлять межъязыковую коммуникацию в процессе перевод профильно-ориентированных текстов различного типа. В состав модуля входят дисциплины: Теория перевода. Практический курс иностранного языка. Практический курс профессионально-ориентированного перевода.

Освоение модуля «Продвинутый уровень перевода в сфере профессиональной коммуникации» нацелено на развитие у студентов практических навыков и умений переводческой деятельности, на закрепление и совершенствование переводческой компетенции. В состав модуля входят 3 дисциплины: Практический курс профессионально-ориентированного перевода. Современные технологии в переводческой деятельности. Специальная лексика в сфере профессиональной коммуникации.

В ООП в базовой и вариативной частях Гуманитарного, социального и экономического цикла на освоение дисциплин этого образовательного маршрута выделено 14 кредитов. На прохождение производственной практики отведено 9 кредитов. В целом в данном образовательном маршруте на специализацию в области углубленного изучения английского языка и перевода в сфере профессиональной коммуникации отводится 46 кредитов.

Студенты, освоившие все дисциплины в объеме 46 кредитов, допускаются к квалификационному экзамену, в ходе которого необходимо продемонстрировать сформированные переводческие компетенции, приобретенные теоретические знания, практические умения и навыки в сфере переводоведения и практического профессионально-ориентированного перевода. Студенты, сдавшие квалификационный экзамен в институте иностранных языков Герценовского университета, получают диплом о дополнительной квалификации по специальности «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации».

Выбор этого образовательного маршрута обеспечивает выпускникам факультета знание английского языка, выступающего как средство профессиональной деятельности, теории и практики перевода. Знание предметной области, в которой осуществляется перевод, выгодно отличает их от филологов-переводчиков.

Дисциплины вариативных модулей блока 2 обеспечивают специализацию в области информатики, информационных технологий и вычислительной физики. Студентам предлагается большое количество практико-ориентированных курсов на примере решения физических задач с ориентацией на будущую профессию [3,4], а также спецкурсов, связанных с современными компьютерными и информационными технологиями. Они обучаются применять численные методы и методы математического, компьютерного моделирования для описания широкого круга физических задач.

В состав блока 2 включены три модуля: «Информационные технологии в науке и образовании», «Информатика и вычислительная техника», «Вычислительная физика». В состав каждого модуля входит не менее трех дисциплин.

В ходе освоения модуля «Информатика и вычислительная техника» изучаются алгоритмы и методы обработки, хранения и передачи информации с помощью современных компьютеров и сетей. В содержании модуля подчеркивается взаимное соответствие между современными представлениями об информации и способах ее обработки, с одной стороны, и современным уровнем развития аппаратно-программных средств для эффективного ее использования, с другой. В состав модуля входят дисциплины: Теоретические основы информатики. Системное и прикладное программное обеспечение. Архитектура компьютера и сетей.

В содержании модуля «Информационные технологии в науке и образовании» отражены основные аспекты использования современных компьютерных технологий в науке и образовании. В частности рассматриваются сетевые технологии, технологии разработки программного обеспечения, технологии проектирования информационных систем и баз данных. Структура модуля включает три дисциплины: «WEB-технологии», «Технологии программирования» и «Информационные системы».

Содержание модуля «Вычислительная физика» направлено главным образом на изучение численных алгоритмов решения задач физики, для которых аналитические методы исследования оказываются неприменимы. Численные методы в настоящее время являются важнейшим компонентом современных исследований в области физики ускорителей, астрофизики, механики жидкостей и газов, решёточной теории поля, физики плазмы (в том числе при моделировании плазмы), физики атомов и молекул, физики конденсированного состояния вещества. В состав модуля входят три дисциплины: «Численные методы и математическое моделирование», «Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент», «Визуализация и обработка экспериментальных данных».

На изучение основ информатики и информационных технологий в базовой и вариативной частях Математического и естественнонаучного цикла выделено 11 кредитов. На проведение производственной практики выделено еще 9 кредитов. В целом, на специализацию в сфере информатики, информационных технологий и вычислительной физики отводится 43 кредита.

Выбор этого образовательного маршрута обеспечивает выпускникам факультета профессиональные знания, умения, навыки и компетенции в области информационных технологий, телекоммуникаций и связи, что делает их конкурентоспособными на рынке труда.

Прошедшие со дня открытия программы 4 года показали, что эта программа достаточно востребована на рынке образовательных услуг.

1. Анисимова Н.И., Сельдяев В.И. Особенности основной образовательной программы по направлению подготовки «050100 Педагогическое образование», профиль «Физическое образование» //Труды XI международной конференции "Физика в системе современного образования" (ФССО-11) 19–23 сентября 2011. – Волгоград: ВГСПУ «Перемена». – 2011, стр.281-283.

2. Электронный образовательный ресурс «Электронный атлас» – atlas.herzen.spb.ru/profile.php?id=1781

3. Лужков А.А., Сельдяев В.И. Основы вычислительной физики. Учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. – 104 с.

4. Лужков А.А., Марченко А.В., Сельдяев В.И. Теоретические основы информатики. Учебно-методическое пособие. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. – 136 с.

ПРОДУКТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Антонова Д.А.

Пермь, Россия, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет
d-antonova@bk.ru

Термин *Productive Learning* (далее PL) был введен более 20 лет назад немецкими учеными и педагогами И. Бем и Й. Шнайдером. В 1990 г. была создана сеть продуктивных школ (INEPS – International Network of Productive Schools), а годом позднее основан институт продуктивного обучения в Европе (IPLE). В настоящее время концепция продуктивного обучения объединяет большое число педагогов разных стран мира, в том числе в России. Продуктивное обучение является «...образовательным процессом, приводящим к развитию роли личности в сообществе (социуме) одновременно с изменениями в самом сообществе (социуме). Этот процесс реализуется в виде маршрута, образованного действиями, ориентированными на получение продукта в ситуациях реальной жизни с помощью группового образовательного опыта, проведение которого облегчается участием педагогов» (конгресс INEPS, 1992 г., Португалия) [2, с 10]. К ключевым признакам PL следует отнести: его ориентацию на развитие личности обучаемого, его индивидуальности; социальный и профессиональный характер этого развития; гибкость и адаптивность в отношении индивидуальных особенностей личности; изменение роли педагога.

Особенность технологии продуктивного обучения состоит в том, что процедура традиционной «трансляции» знаний и контроля их усвоения заменена на ор-

ганизацию мотивированной, самостоятельной практико-ориентированной деятельности, результаты которой предьявляются в виде созданного учащимися конкретного и социально значимого продукта. Необходимость создания такого продукта в PL-технологии обучения свидетельствует о ее неотъемлемой взаимосвязи с технологией проектного обучения. Учебный материал интегрирован в конкретный проект и осваивается студентами в процессе его выполнения.

Наиболее привлекательным в этой технологии является *механизм передачи продуктивных идей* от их носителей их потребителям. Обучение происходит из опыта конкретной деятельности по созданию востребованного в социуме продукта. Исполняемый проект должен непременно иметь социальную значимость и обладать конечными потребительскими свойствами. Ключевая цель продуктивного обучения - самоопределение личности, самоорганизация, самодеятельность, самоконтроль, самоутверждение. Важными достоинствами такой технологии являются естественность и демократичность взаимодействия участников образовательного процесса, реалистичность восприятия проблем, самостоятельность и инициатива в их решении, ответственность за свои действия. К недостаткам следует отнести некоторое запаздывание обучения по времени, сложность в управлении учебным процессом, элементы неосознанности в содержании образовательной практики. Такое обучение не обеспечивает в полной мере системных и прочных знаний, но создает мотивацию к их получению и способствует саморазвитию личности.

Внедрение технологии продуктивного обучения в профессиональную подготовку студентов педагогического вуза должно осуществляться с учетом содержания стандартов современного образования и соответствующих им учебных планов подготовки будущих бакалавров/магистров. Очевидно, что не всякий учебный курс, да и не в полном объеме может быть реализован в технологии продуктивного обучения. Более удобны для этой цели практико-ориентированные учебные курсы по выбору. Например, при подготовке учителя физики это могут быть такие курсы, как: «Педагогический дизайн», «Проектирование и разработка электронных учебных материалов», «Применение коллекций ЦОР в учебном процессе», «Образовательная робототехника» и т.п. И даже в этом случае является целесообразным для выполнения проектной работы использовать лишь ту часть учебной программы курса, которая может быть вполне качественно освоена в рамках технологии PL.

Обобщенная модель PL-технологии включает следующие этапы работы преподавателя со студентами: 1) постановка общей проблемы (предметной методической, междисциплинарной), ее коллективное обсуждение, поиск подходов к решению через создание соответствующих средств обучения и проектирования учебного процесса по физике с применением этих средств; 2) формулировка продуктивной идеи проекта; предпроектное обследование объекта проектирования; 3) анализ программы курса (или ее части), расстановка приоритетов в изучении ее вопросов, самостоятельное освоение которых будет способствовать успешному решению задач проекта; 4) определение необходимых средств и способов решения поставленных задач, в том числе организационных; 5) выполнение проекта, тестирование и корректировка, оформление в виде конечного продукта с потребительскими свойствами; 6) анализ и обобщение полученных результатов проектирования, их оценка и соотнесение с требованиями к освоению содержания программы курса.

В нашей работе мы выделили и апробировали на практике четыре модели применения PL-технологии в обучении будущих учителей физики: 1) N малых групп (пар) студентов – N проектов: итог – N -продуктов, выполненных в рамках

одного учебного курса; 2) одна группа студентов – один общий проект и N под-проектов для малых групп (пар) студентов; итог – 1 *общий продукт*, включающий N -*подпродуктов*, выполненных в рамках одного учебного курса; 3) модели 1 или 2 могут быть реализованы в рамках одного направления подготовки студентов, но в междисциплинарном варианте (методика обучения физике ↔ информатика; методика обучения физике ↔ философия; методика обучения физике ↔ психология и др.), что означает освоение студентами соответствующих частей программ двух учебных дисциплин; 4) модели 1 или 2 для выполнения сложных междисциплинарных проектов в составе творческих групп студентов, обучающихся по разным направлениям подготовки.

Важно отметить, что в условиях применения в обучении PL-технологии помимо освоения программ учебных курсов и приобретения студентами практически профессиональных умений и компетенций у них формируется особый комплекс качеств личности, который определяется как «soft skills» (от англ. – «мягкие навыки»). Это универсальные навыки и личные качества, которые повышают эффективность работы каждого человека в его взаимодействии с другими людьми. «Soft skills» позволяют быть успешным независимо от специфики и направления деятельности. Это навыки коммуникации и межличностного общения (для сравнения «hard skills» – умелые руки, т. е. профессиональные навыки). Перечень «мягких навыков» достаточно широк. Институт Макса Планка в Мюнхене (Германия) выделяет виды «мягких навыков», особенно важных в современном обществе [4]. При этом одним из главных среди них многие авторы считают умение человека работать в команде.

Наиболее значимым элементом PL-технологии обучения является собственно продуктивная идея. Для вузовской учебной практики она должна обладать признаками новизны, быть привлекательной и посильной для реализации в виде конкретного продукта, допускать возможность его тестирования и апробацию на практике. Как правило, эта идея исходит от преподавателя, но, безусловно, обсуждается, обрастает деталями и наполняется конкретными учебными материалами за счет творческой проектной работы студентов [1].

Рассмотрим пример проекта, реализованного в соответствии с четвертой моделью PL-технологии и в междисциплинарном варианте организации обучения студентов разных направлений профессиональной подготовки, в частности таких, как «Информационные системы и технологии» (профиль «Информационные технологии в образовании») и «Педагогическое образование» (профиль «Физика»). Для апробации данной модели обучения были выбраны учебные курсы соответственно указанным профилям: «Программирование мультимедийных проектов» и «Разработка коллекций ЦОР для учебного процесса по физике».

Перед студентами была поставлена методическая проблема, связанная с необходимостью совершенствования качества дидактических материалов для закрепления (или предварительной отработки) экспериментальных умений и навыков учащихся средней школы. Работа с такими материалами должна органично дополнять натуральный эксперимент и поддерживать выполнение всех основных действий в варианте, близком к реальной ситуации [3]. Продуктивная идея состоит в создании студентами интерактивных моделей физического эксперимента, имеющих *максимально реалистичный интерфейс* (МРИФ), реализующих технологии «drag and drop» и обеспечивающих визуализацию выполнения учащимися «свободных» от строго сценария виртуальных экспериментальных действий.

Сценарий и концепцию интерфейса каждой модели, указания по работе с ней разрабатывали будущие учителя физики, а реалистичную визуализацию и реализацию эксперимента в виртуальной среде средствами Adobe Flash – будущие инженеры. Темы для проектирования могли быть любыми. На рис. 1 и 2 приведены интерактивные модели по теме «Электростатика» (проект ст. А.Васильченко, выпуск 2012 г.) Применение моделей типа МРИФ создает впечатление работы на реальном демонстрационном столе с реальными приборами, которые можно естественным образом перемещать в ходе эксперимента (электризовать палочки разными материалами, заряжать и разряжать электрометр, вращать ручку электрофорной машины, пользоваться разрядником, сближать и удалять друг от друга заряженные шарики, перемещать рейтер по коромыслу весов и т.п.). Можно работать «мелом на доске», заполнять подготовленные таблицы и пр. Есть и эксклюзивные опции – включение микроуровня демонстрации протекания явления (демонстрация его «механизма»).

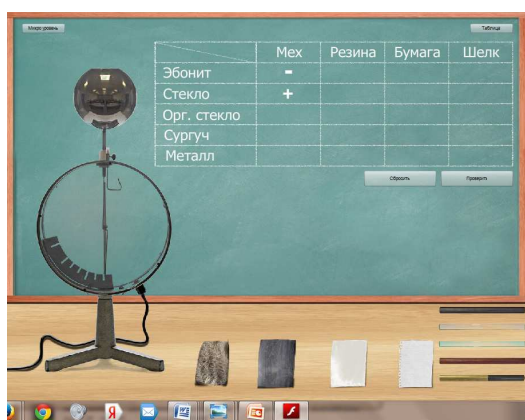


Рис. 1. Виртуальная модель «Электризации тел трением. Два рода заряда»

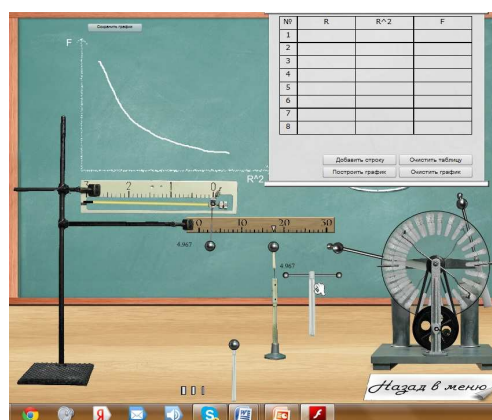


Рис. 2. Виртуальная модель «Закон Кулона»

Отметим в заключении, что эффект PL-технологии обучения весьма впечатляющий не только с точки зрения уровня профессиональной подготовки студентов, о котором говорилось выше, но и с точки зрения созданных продуктов, которые в большинстве случаев вызывают большой интерес у учащихся и учителей физики средних школ, как продукты, готовые к применению. Созданные студентами новые средства обучения – предмет их вполне обоснованной гордости и стимул к дальнейшей творческой деятельности.

1. Антонова Д.А., Оспенников А.А., Оспенникова Е.В. Выбор стратегии профессиональной подготовки студентов и оценка результатов ее реализации //Современные проблемы и пути их решения в наук, транспорте, производстве и образовании - 2012: Сб. науч. тр. международной научно-практической конференции SWorld, 17–28 декабря, 2012 г. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – Т. 26. – С. 14–18.

2. Башмаков М.И. Что такое продуктивное обучение? // Школьные технологии. – 2000. – № 4. – С. 1–12.

3. Оспенникова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: методическое пособие/ Е.В. Оспенникова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.

4. Soft skills: ключ к карьере. URL: <http://hr-portal.ru/article/soft-skills-klyuch-k-karere?page=0> (дата обращения: 12.12.2014).

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ В ПЕДВУЗЕ

Бочкарева О. Н., Беспаль И. И.

Челябинск, Россия, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет»

bochkareva2009@yandex.ru

Ведущим замыслом (концепцией) построения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), соответствующей требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) является компетентностный подход. Основное средство реализации ФГОС ВО - это рабочая программа дисциплины, представляющая систему организации образовательного процесса (цели, содержание, методы, дидактические средства обучения, способы контроля образовательного процесса и его результатов на каждом этапе обучения). В качестве цели изучения каждой дисциплины при подготовке будущих учителей физики, выбирается конечный набор компетенций, ориентированный на конкретную область знаний и виды деятельности, определяющий содержательную и процессуальную стороны ее изучения и представленный в рабочей программе.

Рассмотрим на конкретном примере дисциплин курса общей и экспериментальной физики (ОиЭФ) формирование выделенных компетенций. При подготовке учителя физики Курс общей и экспериментальной физики в педвузе является профилирующим в образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 44.03.01 Педагогическое образование профиль физика (или 44.03.05 подразумевающий совмещение двух профилей, один из которых – физика). Этот курс рассчитан на 39 зачетных единиц, изучается в течение пяти семестров. Данный курс традиционно начинается с раздела «Механика», далее последовательно изучаются «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Оптика», «Квантовая и ядерная физика», что является логически оправданным, так как формирование физической картины мира начинается с фундаментальной физической теории – классическая механика, а процесс познания идет от простых форм движения материи к более сложным. Каждый раздел изучается как отдельная дисциплина и включает основные сведения о важнейших физических фактах и понятиях, законах и принципах, органически сочетает вопросы классической и современной физики с четким определением границ, в которых справедливы те или иные физические концепции, модели, теории.

В рабочей программе дисциплины курса общей и экспериментальной физики должно быть учтено следующее:

1) после курса общей физики студентам будут предложены дисциплины теоретической физики, поэтому следует больше внимания уделять экспериментальным обоснованиям физических законов и теорий, не увлекаясь громоздкими теоретическими доказательствами;

2) преподавание всех дисциплин курса ОиЭФ должно быть профессионально направлено на подготовку учителя физики, поэтому необходимо на всех видах занятий устанавливать связь со школьным курсом физики;

3) следует учитывать информационную активность учащихся, поэтому на учебных занятиях необходимо рассматривать современные достижения физики, их применение в современных технологиях, технике и быту.

На этапе планирования образовательного процесса по изучению этого курса из соответствующего ФГОС ВО нами была выделена общекультурная компетенция: *способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве* (ОК-3), вместо ранее сформулированной ОК-4 (способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования). Сформулированы специальные компетенции, отражающие профили бакалавриата педагогического образования (физика и математика, физика и английский язык). СК-1: *готов использовать в профессиональной деятельности концептуальные и теоретические основы физики*; СК-2: *готов к организации и постановке физического эксперимента (лабораторного, демонстрационного, компьютерного)*.

Декомпозиция целей образования предусмотрена выделением в каждой компетенции уровней знания, понимания, владения. Для формирования компетенций нами были подобраны соответствующие виды деятельности. Для диагностики результативности деятельности по формированию компетенций была выбрана многобалльная шкала, позволяющая так же интегрально оценить на основе рейтинговой системы успеваемость по предмету в целом.

В таблице представлена связь компетенций СК-1, СК-2, требований к их освоению на уровне ОПОП и виды деятельности, направленные на формирование соответствующих компетенций (табл. 1).

Таблица 1. Соответствие целей освоения дисциплин курса общей и экспериментальной физики и видов деятельности

Декомпозиция компетенций дисциплины	Виды деятельности, обеспечивающие формирование компетентности
СК-1 готов использовать в профессиональной деятельности концептуальные и теоретические основы физики	
<p><i>Знать:</i> концептуальные и теоретические основы науки - физики, ее место в общей системе наук и ценностей; историю развития и становления физики, ее современное состояние;</p> <p>основные научные факты, термины и понятия, законы, теории и концепции естественнонаучного знания;</p> <p><i>Уметь:</i> строить математические модели для решения физических задач; использовать математический аппарат при выводе следствий физических законов и теорий; использовать критерии качества математических моделей для анализа достоверности физических исследований;</p> <p><i>Владеть:</i> навыками грамотного использования физического научного языка; системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях для объяснения физической сущности свойств материальных объектов, явлений и процессов в природе и технике</p>	<p>Виды деятельности, оцениваемые по итогам текущего контроля</p> <ul style="list-style-type: none"> • решение физических задач разных видов (на практических занятиях, в индивидуальных домашних заданиях, в контрольных работах); • выполнение проверочных работ на знание терминологического минимума, самостоятельных работ по тематике семинаров; • выступление по вопросам семинаров; • подготовка конспектов к семинарам; • выполнение заданий к лекциям (эссе на заданную тему; ответы на качественные задачи) • <i>выполнение курсового проекта по ОиЭФ</i> <p>Виды деятельности, оцениваемые на итоговом экзамене</p> <ul style="list-style-type: none"> • ответ на теоретические вопросы экзаменационного билета;

	<ul style="list-style-type: none"> решение физической задачи по дисциплине курса
СК-2 готов к организации и постановке физического эксперимента (лабораторного, демонстрационного, компьютерного)	
<p><i>Знать:</i> основные методы научного познания, используемые в физике (наблюдение, описание, измерение, эксперимент); принцип действия измерительных приборов, границы их применимости; методы расчета погрешностей измерений</p> <p><i>Уметь:</i> планировать и выполнять учебное экспериментальное и теоретическое исследование физических явлений; обрабатывать результаты измерений, представлять их в виде, удобном для анализа результатов; обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы; использовать принципы экспериментальной и эмпирической проверки научных теорий;</p> <p><i>Владеть:</i> методологией исследования в области физики</p>	<p>Виды деятельности, оцениваемые по итогам текущего контроля</p> <ul style="list-style-type: none"> подготовка к допуску и защите к лабораторным работам; планирование и проведение эксперимента по измерению физических величин; планирование и проведение эксперимента по изучению физических закономерностей; демонстрация физических явлений; анализ результатов лабораторных исследований, составление отчета; <i>проведение исследования в рамках курсового проекта по ОиЭФ</i>

Текущий контроль результатов обучения осуществляется с помощью модульно-рейтинговой системы, которая позволяет так же систематически в течение семестра отслеживать формирование компетенций, проверять соответствие содержательной и процессуальной сторон организации образовательного процесса, проводить своевременную коррекцию преподавателю и студентам. Оценочные средства по каждому виду деятельности имеют уровневую структуру, общие для всех разделов курса ОиЭФ критерии оценивания, что позволяет рассматривать уровень сформированности компетенций в динамике по каждому студенту отдельно. Модульно-рейтинговая технология оценивания учебных достижений дает каждому студенту возможность провести самоанализ успешности освоения не только дисциплины в целом, но и выполнения каждого вида деятельности.

Курс ОиЭФ направлен на формирование компетенций ОК-3, СК-1, СК-2, проанализировав их содержание, мы пришли к выводу, что ключевой для этого курса дисциплин является СК-1. Итоговая контрольная работа, которая проводится в конце семестра, составляется по материалам всей дисциплины и так же имеет уровневую структуру. Эта работа направлена на проверку уровня сформированности ключевой компетенции СК-1.

Пример задания итоговой контрольной работы бакалавров (физика и математика, физика и англ. язык), заканчивающих изучение механики:

На концах тонкого стержня длиной 30 см укреплены одинаковые грузики по одному на каждом конце. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через точку, удаленную на 10 см от одного из концов стержня.

1. Рассчитайте период колебаний с учетом того, что грузики имеют форму шаров с радиусом 10 см (декомпозиционная составляющая «Уметь»).

2. Оцените погрешность, которую допускают при расчете, принимая грузики за материальные точки (декомпозиционная составляющая «Владеть»).

Механизм расчета уровня сформированности компетенции по итогам контрольной работы основан на расчете коэффициента успешности с учетом весовых коэффициентов, напрямую связанных с уровневым характером заданий [1].

1. Потапова, М.В. Современный инструментарий отслеживания компетенций и универсальных учебных действий обучающихся [Текст] / М.В. Потапова // Вестн. Челяб. пед. ун-та. - 2014. - № 2. - С. 181-194. 0,66 п.л.

ДИСТАНЦИОННЫЙ КУРС “ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В РОССИЙСКОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ. СТАНОВЛЕНИЕ ЗАДАЧНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ”

Бражников М.А.

Москва, Россия, журнал “Физика” ИД “Первое сентября”

birze@inbox.ru

За последнее десятилетие самым обсуждаемый вопрос среди учителей физики – это ЕГЭ, “трудным” моментом которого стали не тестовые задания, а качественная и расчётная задачи части С. Вопросы, **как научить учащегося** решать задачи, **как обучить учителя** научить решению задач, и, наконец, **как “научить физике”** через решение задач, не имеют простого, однозначного, а, тем более, краткого ответа. Иногда, чтобы продвинуться вперёд, нужно вернуться назад к истокам, в данном случае, – задачного метода обучения. Нами разработан 36-часовой дистанционный курс “Физические задачи в российской учебной литературе. Становление задачного метода обучения” [1]. Приводимые в пособии приёмы обучения, применявшиеся в методике физики, позволяют лучше понять узкие места в обучении сегодня, а использование на уроке «старинных вопросов и задач» оживляет современный урок, мотивирует учеников примерами из истории науки. Таким образом, курс, в большей степени, ориентирован на решение второй из выделенных выше задач. В пособии используется один из современных приёмов обучения учителя – это обучение через решение им ситуационных методических задач (СМЗ). В рамках СМЗ учителю предлагается работать с историческими текстами, чтобы на их основе составлять вопросы и задачи, см., например, [2]; решать разными математическими методами одну и ту же задачу, чтобы увидеть достоинства и недостатки каждого; выстраивать обучающие последовательности вопросов, качественных задач и расчётных и т.д.

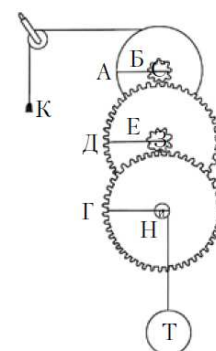
В основу курса положено представление о том, что становление задачного метода в конце XVIII – XIX вв. (решение расчётных или вычислительных задач) происходило в следующей последовательности: числовой пример → числовой пример, иллюстрирующий формулу, → задача на подстановку в формулу → решение сложной задачи по частям → решение задачи в общем виде с числовым расчётом, которую, можно рассматривать как обучающую, арсенал средств, которыми располагает учитель, когда в зависимости от материала, уровня обученности и т.п. он предлагает ту или иную форму расчётного примера или задачи. При становлении задачного метода практически одновременно протекают следующие процессы: структурное выделение числового примера и задачи из сплошного нерубрикованного текста параграфа; формирование методического контекста, т.е. совокупности содержательных элементов и методических приёмов (алгебраическая формула и “работа” с формулой, её преобразование; примеры числовых значений физических

величин; числовой расчёт; сравнение получаемой в решении величины с табличной); появление сборников задач; формирование обучающей последовательности задач. Признаком сформированности метода обучения является выстраивание в его рамках *обучающих последовательностей*: вопросов, задач, иллюстраций, практических работ; определение целей и задач метода обучения. Цели *задачного* метода обучения были сформулированы Н.В. Кашиным (1916) – научить применять общие положения физики к частным примерам (задачам), ознакомить с элементарными типами технических расчётов, выяснить размерность и характер взаимной связи физических величин. В нач. XX в. в практике обучения возникла цепочка: формирование и проверка умений решать задачи (решение задач в классе и дома → решение задач в рамках письменных работ → включение задач в контекст экзамена), что стало также признаком сформированности метода обучения. При этом были выработаны два уровня требований, предъявляемых к ученику при решении задач: *достаточный*, когда, в основном, задачи решаются на подстановку в формулу по образцу, и *повышенный*, когда необходимо решить сложную задачу с применением аналитико-синтетический подхода. Обучающая последовательность качественных вопросов и задач в их историческом становлении была предложена нами в [3]: вопросы-ответы «почему-потому» → качественные вопросы → качественные задачи → софизмы и парадоксы.

Рассмотрим приём «обучения учителя», основу которого составляет анализ одного и того же исторического примера (задачи) с разных сторон в рамках лекции и СМЗ.

“Руководство к механике”, 1785 г. (полужирный шрифт на ша разбивка текста)

Правило. Чтобы найти содержание силы к тяжести в сложных воротах надлежит половину поперешника (диаметра. – М.Б.) как всякого колеса, так и всякого вала с зубцами исправно вымерять; потом все полупоперешники между собой перемножить, равно как и все полупоперешники валов; тогда тяжесть будет находиться к силе нужной к произведению равновесия в такой пропорции, в каком есть первое произведение ко второму. **Поясняющий пример.** Так, если машина (см. черт.38) состоять будет из двух колёс, имеющих на верхнем ободу перпендикулярные зубцы, двух валов с зубцами, из одного простого вала и из одного блока, то положив полупоперешник колес ИГ = 5, ДЗ = 5, а СА = 4 футам, кои будучи помножены между собою дают 100; потом сделав СБ = 1, ЗЕ = 1, а ИН = 1/2, кои все помножены дают 1/2; следственно сила будет содержаться к тяжести как 100 к 1/2; по сему в К сила в 1/2 фунта будет содержать в равновесии тяжесть Т во 100 фунтов, или 1 фунт содержит в равновесии тяжесть в 200 фунтов. §120



Черт. 38

Полезная задача. При сих сложных колесах надлежит нам разрешить две полезные задачи, из коих первая есть сия: по данной силе тяжести сыскать число колёс, валов с зубцами так же как и их полупоперешники. Для учинения сего раздели тяжесть на силу, и если на цело не разделится, то взяв ближайшее частное число, раздоби на множители по изволению, тогда, сколько будет принято делителей, столько надобно будет иметь колёс; полупоперешники же сих колёс должны содержаться к полупоперешникам валов с зубцами как 1 к каждому из принятых делителей...которая разрешается в рамках не задачи, а решения числового примера. ...Так, если потребуетя, чтобы сила в 4 фунта содержала в равновесии тяжесть в

360 футов, то разделив 360 на 4, получим 90, которое число может иметь многих делителей; но как лучше всего иметь так мало колёс, как воз-можно, при том такие, кои по своей величине немного между собой разнятся, то возьмём за делителей 9 и 10; следственно надлежит сделать два колеса, из коих полупоперешник первого колеса содержится к полупоперешнику своего вала с зубцами как 1 к 10; а полупоперешник другого колеса к полупоперешнику своего вала с зубцами как 1 к 9, тогда машина произведёт желанное действие [4, С. 88-91].

Кроме того, что мы знакомим с подлинным историческим текстом в рамках лекции, чему мы «учим учителя» на данном примере? – Что этот числовой пример не является *задачей*: в нём отсутствует деление на условие и вопрос, нет как такового формализованного решения и ответа. – Что правило рычага для сложной машины и решение «полезной задачи» даны в словесной формулировке, это «рецепт действия», а проведённый расчёт является не столько решением задачи, сколько оценкой. – Что, чтобы полностью реализовать обучающий потенциал, примеру не хватает многого: обоснования с точки зрения физики приёмов расчёта, формулировки физического закона в алгебраической форме, фактических данных о реальных размерах колёс, числе зубцов, нагрузках, которые выдерживает этот механизм и т.п., т.е. того, что необходимо, чтобы ученик смог почувствовать физику, произвести самостоятельные расчёты для какого-либо другого механизма. Приводя анализ такого фрагмента, мы подводим, тем самым, учителя к анализу его работы на уроке при разборе примера, объяснении решения задачи. В задании после лекции, предлагается на основе данного текста сформулировать *расчётные задачи* и *числовой пример*.

Следующая задача из сборника В.Г. фон Боля (1865) приведена в контексте ряда задач, и первое задание состоит в том, чтобы провести их классификацию, расширить познавательный элемент ряда из них, составить обучающую последовательность.

“№149. На железной дороге, имеющей 18 миль, с двойными рельсами, со станции А вышел поезд в $6\frac{1}{2}$ часов, со скоростью $28\frac{1}{2}$ фут/с; в 7 часов со станции В вышел другой поезд, идя со скоростью 30 фут/с. Найти точку встречи поездов, сколько времени идёт второй поезд до этого места, и какое пространство прошёл первый поезд до встречи первого”. (Расстояния даны в географических милях и английских футах) [5].

В следующей лекции рассматриваются сложившиеся математические методы решения задач: арифметически по вопросам, алгебраически, графически, а в задании после неё предлагается вернуться к данной задаче и выполнить её решение указанными выше методами, а также указать положительные и отрицательные моменты использованных методов; трудности, которые они могли вызвать у учащихся; предлагается продумать, как использовать положительные стороны разных методов для объяснения задачи в классе. В итоговом тесте дана задача на расчёт количества теплоты, при этом учителю в разных вопросах предлагается указать, все ли указанными математическими методами её можно решить *в принципе*, все ли методы можно использовать *при объяснении* задачи учителем, каким методом предпочтительнее решать ученику в рамках *контрольной работы*.

И сегодня, и сто лет назад умение отвечать на качественные вопросы и решать качественные задачи вызывает большие затруднения, чем решение расчётных задач. Обучение решению качественных задач должно отталкиваться от материала, разобранного на уроке или в учебнике [3]. Поэтому большое место уделено анали-

зу перехода от материала учебника и объяснения учителя к задаваемым вопросам. В частности, на примерах из разных учебников и сборников задач рассматриваются вопросы на явление инерции.

Учебник В.Г. фон Боля: “На основании закона инерции объясняются многие явления. Если мы обмакнём перо в чернила и приведём перо в движение, то быстро остановив перо, мы заставляем чернила соскочить с пера по инерции. Когда поезд трогается с места, мы отклоняемся назад, а когда он ударится и вдруг остановится, мы падаем вперёд. Чтобы насадить топор или молоток на рукоятку, ударяют рукояткою о стол” [5].

Вопросы из сборника задач В.Г. фон Боля “№ 4. Почему, чтобы насадить топор на рукоятку, ударяют свободным концом топорика об полено? № 6. Почему, если скачущая лошадь вдруг остановится, то седок падает через голову?” [6].

Учебник О. Уле “Почему можно закрепить опять расшатавшуюся ручку молотка или топора, поколотивши ручкой об какой-нибудь твёрдый предмет? Потому что от сильного удара останавливается вдруг только движение ручки, а не движение расшатавшегося куска железа, так что ручка входит таким образом дальше в соскальзывающий вниз кусок железа” [7].

В ходе предлагаемого анализа учителю показывается, что в первом фрагменте из учебника объяснения явления не дано, поэтому и ответы на вопросы предполагают лишь формальный ответ. Объяснение во втором случае полнее, но может быть углублено. По сути это же требуется и в СМЗ, предлагаемых к решению, проанализировать постановку вопросов, дать правильное физическое описание демонстрационного опыта как основу качественных задач, выстроить обучающую последовательность. Исторический материал оказывается очень полезным, для того, чтобы показывать неполноту, недостатки объяснений в учебниках, ошибки в постановке вопросов, составлении последовательностей и т.д.

Разрабатывая пособие, мы стремились, безусловно, к раскрытию исторического процесса становления задачного метода обучения, однако при этом не менее важной была цель создания практико-ориентированного курса для учителей. Более широко эти вопросы рассмотрены и разработаны в учебной монографии “Становление методики обучения физике в России как педагогической науки” под редакцией проф. Н.С. Пурышевой [8], адресованной студентам-магистрантам.

1. Бражников М.А. Физические задачи в российской учебной литературе. Становление задачного метода обучения / М.А. Бражников. – М.: Педагогический университет “Первое сентября”, 2014. – 78 с.

2. Бражников М.А. Пурышева Н.С. Проблемы истории становления методики обучения физике как педагогической науки и практики в подготовке магистров образования // Школа будущего. 2014. № 4. С. 3-7.

3. Бражников М.А. Становление метода решения качественных задач в методике обучения физике (исторический аспект) / М.А. Бражников // Физика в школе. – 2012. – № 2. – С.52-64.

4. Руководство к механике 3-е изд. С.-Пб: Т-ия Императорской Академии наук, 1785. VIII + 196 с.

5. Бооль В.Г. Элементарная физика. С.-Пб.: Т-ия т-ва “Общественная польза”, 1875.- С. 160.

6. Бооль В.Г. Задачи и практические вопросы по физике. С.-Пб.: Т-ия т-ва “Общественная польза”, 1865.-С. 128.

7. Уле О. Почему и потому. С.-Пб.: Издание Трубниковой и Стасовой, 1869.- 190 с.

8. Бражников М.А. Пурышева Н.С. Становление методики обучения физике в России как педагогической науки, под ред. Н.С. Пурышевой. 2015 /в печати/.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ «ЛАБОРАТОРНЫЙ И ДЕМОСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ФИЗИКЕ НА ОБОРУДОВАНИИ L-MICRO»

Верховцева М.О.¹, Самарюк Л.Э.²

¹Санкт-Петербург, Россия, ФГКОУ СПб СВУ

²Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А.И. Герцена

Учебный эксперимент имеет большое значение в системе школьного физического образования в связи с тем, что эксперимент занимает особое место в методологии научного познания в физике. В ФГОС по физике для основной и средней школы конкретизируются цели и задачи основного и общего среднего образования по физике; введение деятельностной компоненты в процесс обучения физике предполагает, что учащиеся должны: «уметь пользоваться методами научного исследования природы, проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, ... объяснять полученные результаты и делать выводы, оценивать границы погрешностей результатов измерений» [1, с.8]. Среди метапредметных результатов освоения программы по физике выпускниками средней школы можно отметить «применение основных методов познания для изучения окружающей действительности; использование основных интеллектуальных операций: формулирование гипотез, ... систематизация; умение определять цели и задачи деятельности» [там же, с.7].

Существующая методическая литература по школьному демонстрационному эксперименту в первую очередь ориентирована на выполнение его обязательного минимума, отраженного в учебной программе по физике. Одно из первых методических требований, предъявляемых к школьной физической демонстрации – органическая связь демонстрационного эксперимента на уроке с содержанием учебного материала. Темп эксперимента должен соответствовать темпу изложения материала и скорости восприятия учащимися. Чтобы удовлетворить этим требованиям, традиционные учебные демонстрации носили преимущественно качественный характер. До последнего времени эту особенность называли кратковременностью. На наш взгляд, данное название не совсем точно отражает смысл методического требования, так как под «кратковременностью» предполагается оптимальный режим показа демонстрационного эксперимента. В особенности это касается демонстраций кратковременных процессов (например, разрядка конденсатора) или процессов достаточно длительных. Поэтому правильнее говорить об оптимальном сочетании времени, которое необходимо на проведение самого эксперимента, и времени, которое предполагается потратить на уроке на его демонстрацию.

Принципиальное значение внедрения компьютерных средств измерения и обработки результатов в школьный физический эксперимент состоит в том, что эксперимент становится количественным почти для всей совокупности изучаемых в школе явлений.

Однако, чтобы грамотно и эффективно использовать возможности современных технологий, педагогам требуется соответствующие знания и навыки по их применению в учебном процессе. В пособиях, посвященных описанию демонстрационных экспериментов, предлагаются рекомендации для проведения новых демонстраций и ранее известных, адаптированных к сегодняшнему оборудованию. Тем не менее, методическое обеспечение оборудования, поставляемого в образовательные учреждения в рамках национального проекта «Образование», на сего-

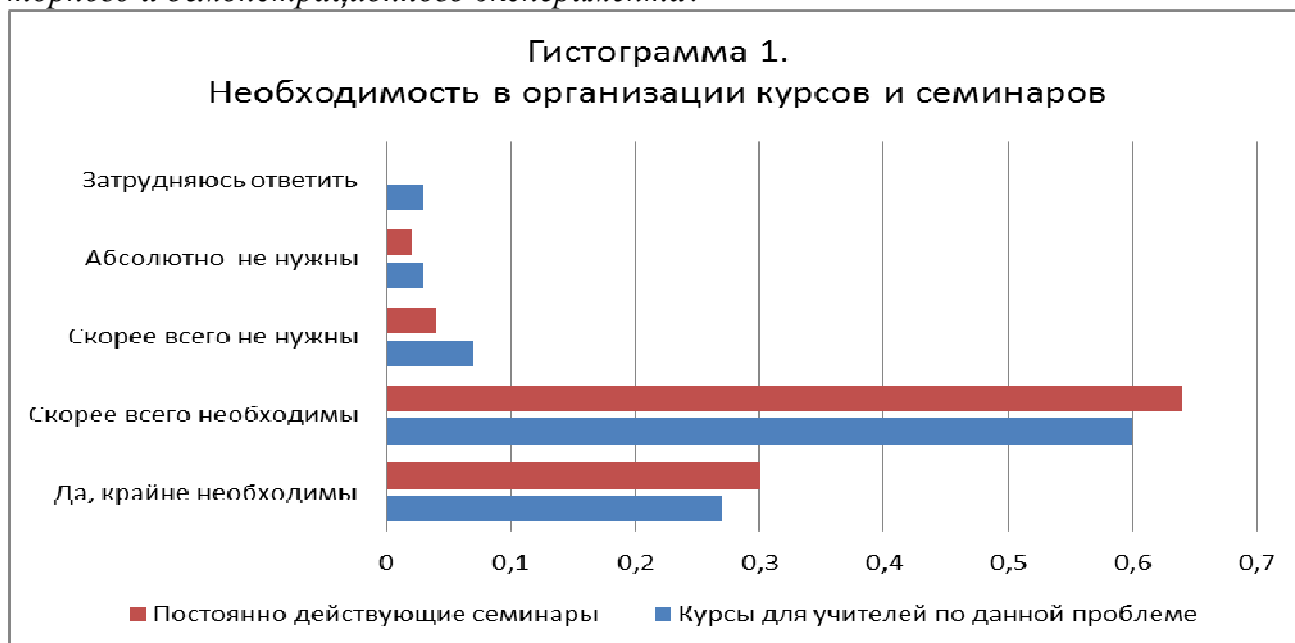
дняшний день явно недостаточно, особенно в части встраивания эксперимента в структуру урока и получения новых обучающих эффектов на его основе. В связи с этим методическая поддержка специалистов, внедряющих данное оборудование в образовательный процесс, является актуальной педагогической проблемой, одним из возможных путей решения которой явилась профессиональная переподготовка учителей физики основной и средней школы.

Для этой цели на кафедре методики обучения физике РГПУ им. А.И. Герцена была создана и внедрена в практику дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации учителей физики «*Лабораторный и демонстрационный эксперимент по физике на оборудовании L-micro*», рассчитанная на 72 часа [2]. Цель данной программы заключалась в повышении компетенций учителей в области демонстрационного и лабораторного эксперимента в преподавании физики. Обучающимися по данной программе были учителя физики образовательных учреждений Санкт-Петербурга с владением ПК на уровне пользователя.

Данный учебный курс играет роль естественного перехода между двумя необходимыми этапами подготовки учителей физики:

- техническим этапом, когда решается задача освоения современного оборудования на уровне активного пользователя и разработчика несложных учебных материалов;
- предметным этапом, который решает задачу использования дидактических возможностей лаборатории «L-micro» и уместность его применения в учебном процессе на различных этапах обучения школьников.

Занятия на курсах организованы в соответствии с идеями системно-деятельностного подхода и модульного обучения. В течение трех лет на курсах повышения квалификации по данной программе прошли обучение 56 учителей. Результаты обучения ежегодно представлялись слушателями курса на двух методических семинарах (по лабораторному и демонстрационному эксперименту). Обобщенное мнение учителей, прошедших курсовую подготовку, можно увидеть на Гистограмме 1. Слушатели отвечали на вопрос: «*Как вы считаете, есть ли необходимость в организации специальных курсов и (или) постоянно действующих семинаров для учителей физики по использованию современного цифрового лабораторного и демонстрационного эксперимента?*»



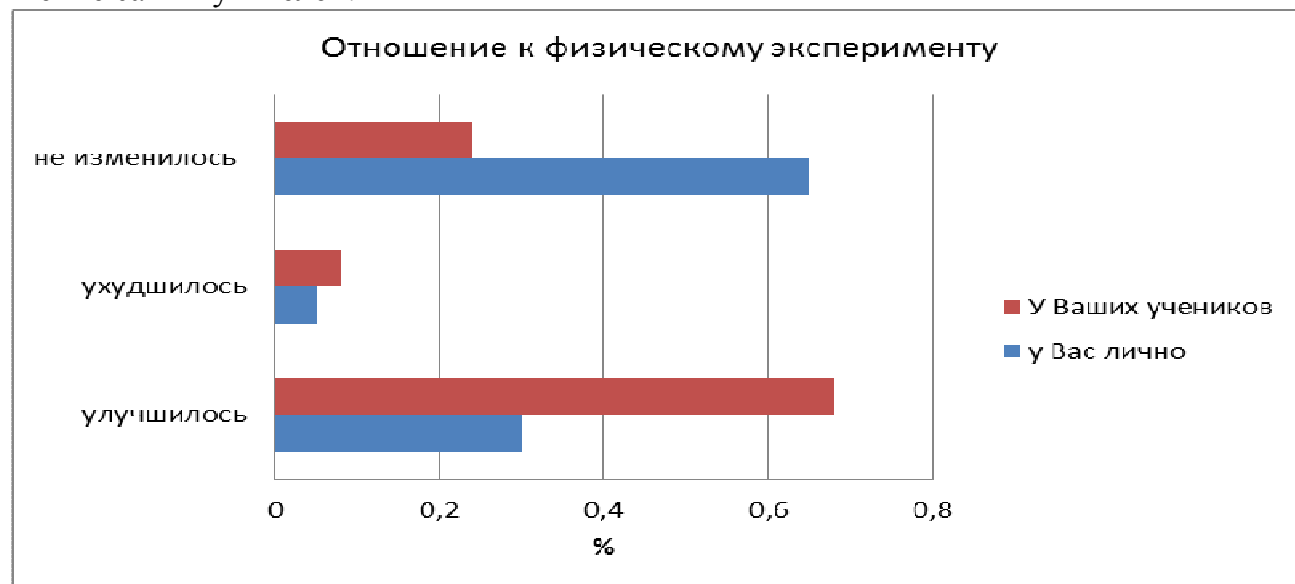
Анализ анкет, проведенных во время работы курсов повышения квалификации учителей физики «Лабораторный и демонстрационный эксперимент по физике на оборудовании L-micro» показал, что учителя отмечают ряд положительных моментов использования современного (в том числе цифрового) оборудования:

1. Расширение возможности анализа экспериментальных данных в режиме реального времени за счет цифровой обработки результатов, полученных в ходе эксперимента.

2. Увеличение время на обсуждение, осмысление и интерпретацию результатов измерений (т.е. на «физическую» составляющую эксперимента) за счет оптимизации времени, которое затрачивается непосредственно на проведение эксперимента.

3. Возможность перевода стандартной лабораторная работы в учебную исследовательскую работу за счет изменения методики организации занятия (регулярное обсуждение с учащимися плана проведения лабораторного исследования, гипотезы исследования, результатов, полученных в ходе работы, формулировки выводов и перспектив дальнейших действий).

Отвечая на вопрос «Как изменилось отношение к учебному физическому эксперименту при использовании Вами данного оборудования?», слушатели курсов в подавляющем большинстве отметили положительную динамику мотивационной составляющей среди учащихся и не столь ярко выраженное положительное отношение самих учителей.



Приобретенные учителями в ходе обучения профессиональные компетенции способствуют повышению качества преподавания физики в образовательном учреждении в целом и росту мотивации школьников к изучаемому предмету в частности.

1. Примерные программы по учебным предметам. Физика. 7-9 классы: проект. — М. Просвещение, 2011 — 48 с.

2. Верховцева М.О. Повышение квалификации учителей физики в области учебного физического эксперимента // Материалы XII-ой Международной конференции «Физика в системе современного образования» (ФССО-13). (Петрозаводск, 3 – 7 июня 2013 г.). – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. Т. II. – С. 32-35.

ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ К РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБУЧАЕМЫХ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Гавриленкова И. В.

Москва, Россия, МГМСУ

IrinaGavrilenkova@yandex.ru

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года ставит задачу по созданию «образовательной среды, обеспечивающей доступность качественного образования и успешную социализацию» обучающихся [1].

Далее нам необходимо было найти ответы на следующие вопросы: «В чем состоит социализация естественнонаучных знаний?» и «Почему решение проблемы профессиональной ориентации опирается на социализацию предметов естественнонаучных дисциплин?». Для поиска ответов на поставленные выше вопросы, нужно было уточнить термин «социализация».

Термин «социализация» в Новейшем философском словаре (от лат. «socialis» – «общественный») определяется как «процесс операционального овладения набором программ деятельности и поведения, характерных для той или иной культурной традиции». Здесь же указывается, что процесс социализации осуществляется человеком «практически всю жизнь». При этом отмечается, что на стадии биологической социализации «функционально-содержательный экстремум» занимает период от двух до шести летнего возраста человека. Именно в это время осуществляется процесс «формирования индивидуальности» определенного типа личности.

В педагогике под «социализацией» понимают «усвоение человеческим индивидом системы знаний, норм и ценностей, позволяющих ему функционировать в качестве полноправного члена общества».

С точки зрения решения проблемы профессиональной ориентации социализация физического образования рассматривается нами как «овладение знаниями, умениями и видами деятельности, обеспечивающими обучаемому социальную устойчивость и предоставляющие возможности обретения социальной успешности».

Тогда под термином «профессиональная ориентация» мы будем понимать «подготовку человека к сознательному выбору набора профессий, обеспечивающих ему социальную устойчивость и предоставляющих возможность обретения социальной успешности, при обучении физике в системе непрерывного естественнонаучного образования».

Суть предлагаемой концепции профессиональной ориентации состоит в том, чтобы *в процессе обучения физике в системе непрерывного естественнонаучного образования осуществлялась подготовка обучающихся к сознательному выбору набора профессий, обеспечивающих ему социальную устойчивость и предоставляющих возможность обретения социальной успешности.*

Согласно нашим исследованиям, успешная социализация связана не только с социальным успехом человека, но и с его социальной устойчивостью, что может быть обеспечено через подготовку педагогических кадров к деятельности, связанной с профессиональной ориентацией обучающихся в системе непрерывного естественнонаучного образования.

Известно, что конечным продуктом современного естественнонаучного обра-

зования является «специалист в области естественных наук – биологии, географии, физики, астрономии, химии, математики и др.» [2].

С точки зрения философии естествознание есть «обозначение традиционной совокупности наук о природе, ориентированной на исследование пространственно-временной структуры природных объектов, закономерностей их бытия и развития». Причем, отмечается, что основой зарождения естественных наук служило «собираение и систематизация фактов механического, физического, химического и биологического характера» [3]

Изначально перечень естественнонаучных предметов состоял из соответствующих предметов: физики, химии и биологии. В определенный период времени изучение одной из этих дисциплин – лидера влияло на все другие науки и естествознание в целом. Например, в 17-18 веке такой дисциплиной была механика, а в первой половине XX века – физика.

Эволюционное развитие естествознания определило новую структуру – «*групповое лидерство*», где «тон задает» не одна научная область, а некоторая группа, что связано «с расширением и углублением связей этих наук с производством, их все большей ориентацией на решение современных задач общества» [3]. Так, например, для 19 века такой группой были физика, химия и биология, а во второй половине XX века – химия, физика, биология,

Сегодня естественнонаучное образование представляет собой совокупность областей знания: естественные, общественные, технические и креативные науки.

Итак, современное естественнонаучное образование должно быть выстроено как единая система непрерывное естественнонаучное образование, включающая в себя естественные, общественные, технические и креативные науки, способствующие формированию у человека качеств не только социальной устойчивости, но и социальной успешности.

Структура системы естественнонаучного образования в России в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами содержит следующие ступени: дошкольное, начальное общее, основное общее, среднее (полное) общее, начальное профессиональное, среднее профессиональное, высшее профессиональное, послевузовское и дополнительное.

В России проблема профессиональной ориентации решалась по следующим направлениям:

- 1) профессиональное просвещение,
- 2) показ значимости изучаемых знаний при выполнении профессиональной деятельности конкретными специалистами,
- 3) формирование профессиональных интересов и намерений;
- 4) профессиональное самоопределение.

Подготовка человека к выбору будущей профессиональной деятельности, согласно концепции профессиональной ориентации, должна осуществляться на каждой ступени системы непрерывного естественнонаучного образования через формирование у обучаемых базовых, перспективных и приоритетных физических знаний, умений и видов деятельности.

Как показали результаты поискового и обучающего экспериментов, способность выбора набора профессий, связана с уровнем овладения физическими знаниями, умениями и видами деятельности.

Поэтому подготовка педагогов в новых условиях должна быть направлена на способность к организации такого учебного процесса по формированию физиче-

ских знаний, умений и видов деятельности в системе непрерывного естественнонаучного образования, в результате которого обучаемые обретают качества социально-устойчивой и социально-успешной личности.

В ходе нашего исследования была построена модель обучающего в системе непрерывного естественнонаучного образования и разработано содержание его деятельности на разных ступенях и этапах обучения физике.

Предложены новые формы и методы подготовки и переподготовки педагогических кадров с учетом реализации положений концепции профессиональной ориентации обучаемых в процессе изучения физики в системе непрерывного естественнонаучного образования.

Разработана Программа обучения педагогических кадров профориентационной деятельности в системе непрерывного естественнонаучного образования.

1. Гавриленкова И. В. Профессиональная ориентация учащихся в процессе обучения предметам естественнонаучного цикла: теоретические основания: монография. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013 – 160с. ISBN 978-5-9926-0707-9

2. Гавриленкова И. В. Информационные технологии в естественнонаучном образовании и обучении: практика, проблемы и перспективы профессиональной ориентации: монография / И.В. Гавриленкова. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013 – 76 с. ISBN978-5-9926-0667-6

3. Новейший философский словарь / Сост. А.А. Грицанов. – Мн.: Изд. В.М. Скакун, 1998. – 896 с. ISBN 985-6235-17-0

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ В СОВРЕМЕННОМ КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Гаврилов С.П., Гороховатский Ю.А.
Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена
gavrilovsergep@yahoo.com, yurig@fromru.com

Курс общей физики призван познакомить с наиболее устоявшимися и наиболее широко используемыми физическими представлениями. На нем лежит ответственность за поддержание и развитие общего языка физического сообщества. По этой причине особенно важно, чтобы в курсе общей физики были адекватно отражены современные представления о фундаментальной структуре материи. Однако, соответствующие разделы учебников по общей физике все еще представляют физику фундаментальных взаимодействий в стиле, принятом лет 40 назад. Представления же о об универсальности методологических принципов, на основе которых строятся современные фундаментальные теории, значительно изменились за последние 30 лет. Именно эти представления позволили построить и экспериментально подтвердить объединенную теорию электромагнитных и слабых взаимодействий, квантовую хромодинамику, Стандартную модель элементарных частиц. Недавнее открытие бозона Хиггса, осцилляций нейтрино и, возможно, следов гравитационных волн, образовавшихся при рождении Вселенной, привлекают внимание широкой аудитории.

5 лет назад на основе лекций, читаемых нами в РГПУ им. А.И. Герцена, было выпущено учебное пособие «Физика элементарных частиц» [1], позволяющее студентам и преподавателям познакомиться с современной физикой элементарных частиц. Это пособие оказалось полезным, весь тираж разошелся и в этом году мы готовим переиздание с дополнениями, которые освещают принципиальные дости-

жения последних лет и в которых мы учитываем опыт преподавания данного курса за 7 лет.

В нашем пособии мы учитываем особенности и изменения основной образовательной программы бакалавров и магистров, и постарались сделать его структуру достаточно гибкой, позволяющей его использовать в таком объеме, который предусмотрен различными учебными планами. При этом мы выделяем два последовательных этапа изучения для бакалавриата: (1) 5 или 6 семестр - первоначальное ознакомление с методологическими принципами, лежащими в основе Стандартной модели, в объеме 16-18 часов (лекции и самостоятельное изучение, решение задач) в завершающем модуле дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц», или дисциплины «Основы строения вещества»; (2) 7 или 8 семестр - более глубокое знакомство с фундаментальной структурой материи в курсе «Достижения современной физики», где на это отводится до 30 часов, состоящих из лекций и докладов студентов на семинарах. Дальнейшее углубление представлений о физике элементарных частиц планируется в магистратуре в рамках курса «Современные проблемы физики», где основная работа студентов заключается в подготовке и обсуждении докладов, подготовленных по материалам публикаций в журналах «Успехи физических наук», «В мире науки» и др., и где пособие используется для справочных целей.

Пособие предназначено помочь преподавателю в изложении материала, ранее не представленного в учебниках, может использоваться в качестве справочника-путеводителя по идеям и фактам, лежащим в основе физики элементарных частиц и может быть рекомендовано студентам физических специальностей в качестве основной литературы. Пособие написано в доступной форме, позволяющей его рекомендовать всем студентам, изучающим общую физику, в качестве дополнительной литературы. Оно является естественным дополнением к основным учебникам по курсу общей физики. В пособии излагаются основные принципы современной физики элементарных частиц. На основе этих принципов дано краткое описание всех классов элементарных частиц и их взаимодействий, входящих в Стандартную модель. Обсуждается экспериментальная основа Стандартной модели, ее границы применимости и возможность обобщения. Подобраны оригинальные задачи и даны примеры их решения. Ниже приводится аннотированное оглавление пособия:

1. Исторический характер представлений о фундаментальной структуре материи. Этапы развития представлений о фундаментальной структуре материи. Структурные уровни. Определение понятия элементарной (фундаментальной) частицы. Понятие «истинно» элементарной частицы. Понятие о квантовом поле на примере совокупности фотонов.

2. Понятие античастицы, ее экспериментальные признаки. Концепция взаимодействия квантовой теории поля. Концепция вакуума квантовой теории поля, виртуальные частицы. Комптоновская длина волны частицы. Поляризация вакуума. Понятия эффективного взаимодействия и истинно фундаментального взаимодействия. Природа классических полей с точки зрения квантовой теории поля, среднее поле. Макроскопические поля – конденсаты безмассовых бозонов.

3. Требования к средствам наблюдения в физике высоких энергий, вытекающие из концепции вакуума квантовой теории поля. Современные ускорители - коллайдеры. Характерное ядерное время. Соотношение неопределенности для энергии. Ширина уровня. Понятие о способах регистрации элементарных частиц. Частицы - резонансы.

4. Фундаментальные взаимодействия при низких и высоких энергиях. Истинно фундаментальные: гравитационное, электрослабое, глюонное. Особая роль электромагнитного взаимодействия. Слабое взаимодействие как низкоэнергетический предел электрослабого. Сильное взаимодействие в ядрах – пример эффективного взаимодействия при низких энергиях (обмен пионами). Определение безразмерной константы интенсивности взаимодействия. Роль взаимодействия с полем Хиггса.

5. Классы элементарных частиц. Виды симметрии внутренних степеней свободы элементарных частиц. Экспериментально установленные частицы (истинно элементарные или составные), которые могут существовать в вакууме. 4 типа бозонов – переносчиков фундаментальных взаимодействий в ядерной физике: мезоны (пионы и др.), фотон, W- и Z- векторные бозоны, гравитон (экспериментально не установлен). Частица Хиггса. Задачи Большого Адронного Коллайдера. Фермионы – источники фундаментальных полей, существующие в вакууме: 3 поколения лептонов и барионы (нуклоны, гипероны). Понятие о лептонном числе. Понятие о барионном числе. Нейтринные осцилляции – экспериментальное свидетельство наличия массы у некоторых из нейтрино и смешивании типов нейтрино.

6. Фундаментальные фермионы: 3 поколения лептонов и кварков. Аромат кварков, цветовой заряд. Глюоны – истинно фундаментальные переносчики сильного взаимодействия. Концепция квантовой хромодинамики. Понятие о конфайнменте и асимптотической свободе кварков и глюонов. Кварковая структура наиболее стабильных мезонов и барионов. Понятие о диаграммах Фейнмана, примеры диаграмм простейших процессов. Кварк-глюонная плазма.

7. Понятие Стандартной модели в современной физике высоких энергий. Бегущие константы связи. Роль спонтанного нарушения симметрии в построении эффективных теорий. Модели Великого объединения.

8. Задачи.

1. Гаврилов С.П., Гороховатский Ю.А., Физика элементарных частиц. (учебное пособие), Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, 2009. – 119 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ТИМОФ У СТУДЕНТОВ ПЕДВУЗОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ФГОС

Даутова К.В., Фахретдинов И.А.

Уфа, Россия, Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы

Уфа, Россия, Башкирский государственный университет,

vaisovna@mail.ru

fakhretdinov47@rambler.ru

Подготовка студентов бакалавров осуществляется на основе государственных стандартов высшего профессионального образования согласно ГОС ВПО третьего поколения. Он носит самый общий характер, который с одной стороны дает возможность преподавателю варьировать методическими приемами и технологиями для обеспечения государственной нормы образования и квалификации выпускников, с другой – сужает содержательную часть обучения в области частной методики. Однако они мало отражают задачи, поставленные перед физическим образованием в школе при переходе на ФГОС, поэтому требуют дополнения и расширения. Ими являются:

- ознакомление студентов с технологической реализацией различных методических подходов при изучении разделов, тем, понятий; освоение конструирования уроков согласно системно-деятельностному подходу, лежащему в основе ФГОС; возможность реализации проектно-деятельностной технологии на конкретных примерах.

- Обучение студентов умениям вносить изменение в цели и содержание курса физики в инновационных средних учебных заведениях, гимназиях, лицеях, колледжах; разрабатывать уроки физики с учетом теоретических основ технологий обучения, структур основных образовательных программ (ООП).

- Формулировка целей обучения согласно системно-деятельностному подходу: определение содержательной и деятельностной компонент, задач обучения, основных идей и моделей изучаемых явлений и объектов; выбор УУД, которые соответствуют ступеням развития ученика, определение их взаимосвязи в основной и средней школе.

- Ознакомление с требованиями к результатам освоения изучаемой темы по основной образовательной программе согласно ФГОС.

- Обучение планированию учебной работы, конструированию технологической карты урока и системы уроков как нового вида планирования, их адаптации для профильных классов, составление системы учебных задач, поддерживающих курс школьной физики, решение учебных задач разных уровней сложности и трудности, в том числе КИМ ЕГЭ;

- использование современных электронных средств обучения для реализации целей и задач урока, в том числе, электронных приложений к учебно-методическим комплектам, составление презентаций и моделей уроков с использованием мультимедийных средств, пользование Интернет-ресурсами.

Короткий срок обучения бакалавров требует оптимальных технологий профессиональной подготовки. Отсутствие узкопрофильности дает им возможность перепрофилирования области деятельности. Поэтому профессиональная компетентность требует овладение специальными компетенциями, которые помогли бы им в дальнейшей трудовой деятельности. Специальные компетенции связаны в настоящее время с качеством компьютерной подготовки студентов, которая формирует, в основном коммуникативную и информационную компетентности [1].

Формирование информационных компетенций происходит в процессе учебных занятий целенаправленно, в том числе и по дисциплине «Технология и методика обучения физике (ТиМОФ)», Одними из таких средств являются лекционные презентации. При этом мультимедийные презентации выступают как информационный объект. В настоящее время наблюдается бум применения презентаций как на уроках физики в школе, так и в сопровождении ими лекционных занятий в вузе. Иногда погоня за внешними формальными эффектами затмевает содержательную часть организации учебного процесса. Однако презентация как часть школьного урока, даже в лучшем случае, коренным образом должна отличаться от вузовской, не только временем демонстрации и содержанием, но методологией и решаемыми задачами.

Новая задача преподавателя - формирование у студентов навыков создания информационных объектов, рационального применения компьютерных технологий для создания презентаций и их последующего применения на уроках.

Мультимедийная презентация лекций выполняет следующие функции.

1. Она способствует формированию у студентов информативного языка, у ко-

того следующие характеристики: **структурированность** с четко выделенными правилами определения понятий как основных элементов системы знаний, их систематизация и классификация; **связанность** как осознание студентами идей системности знаний, причинно-следственных и функциональных связей; **активность** как отражение степени полноты формирования понятий: содержания, объема, связи понятия с другими, расширения объема или включения в систему, взаимосвязь понятий в основной и средней (полной) школе. Значит, презентация является **обучающим ориентиром** логико-дидактической структуры лекции и научно-методического анализа структуры и содержания темы.

2. Мультимедийная презентация является **комплексным средством обучения**, у которого должны быть четко определены функции, оптимальная связь с вербальными и инструментальными средствами обучения. Поэтому педагогической задачей является определение структуры и содержания презентаций, логики их конструирования и применения, разработка организационных форм учебных занятий с использованием презентаций. Иначе они не дадут планируемого результата, а лишь перегрузят лекцию. Дисциплина ТиМОФ имеет большие преимущества перед другими в силу своей специфики. Она более вариативна по сравнению с другими физико-математическими дисциплинами, имеет гуманитарную, методологическую, мировоззренческую составляющие.

3. Лекционные презентации - ориентир для самостоятельной работы студентов по дисциплине.

Мы определили структуру мультимедийной лекционной презентации по дисциплине ТиМОФ, в которой представлена система организации работы учителя по теме на основе ФГОС: фундаментальное ядро содержания темы, требования к результатам освоения, универсальные учебные действия, которые соответствуют ступеням развития ученика, определение их взаимосвязи в основной и средней школе примерные учебные программы, учебно-методические комплекты, используемые в республике Башкортостан и др. Естественно, каждая презентация самобытна и соответствует по всем параметрам особенностям темы, однако в них есть обязательные элементы, которые включают указанные выше задачи обучения. Каждый слайд – структурированная изоморфная модель фрагмента лекции. В то же время он относительно самостоятелен. Процесс идентификации кадра с лекцией является для студентов интеллектуальным продуктивным познанием, мобилизует и стимулирует процесс слушания лекции. Полноценная переработка зрительной информации слайда требует дополнения, которое преднамеренно не включается в кадр.

В методической литературе встречаются сообщения, что учебные занятия с использованием презентаций более выигрышны по времени. Однако это не так. Чтение лекций с презентацией обычно занимает более длительное время, чем обычной по следующим причинам.

Слайд рассматривается как зрительный образ и начало формирования понятия. Психологи при зрительном восприятии изображения различают понятие «смотреть» и «видеть». Под первым понимается восприятие с помощью органов зрения, на которую отводится 20% восприятия изображения. Под вторым – анализ зрительного образа, сформированный головным мозгом, то есть 80% времени разглядывания кадра затрачивается на обработку информации центральной нервной системой. Как видно, значительное время восприятия зрительного образа уходит на переработку информации. При разглядывании слайда его элементы фиксируются

глазом последовательно, затем собираются в единую интегрированную модель фрагмента лекции и в этом отношении каждый слайд динамичен. Для его освоения нужно дополнительное время. Только комментарий презентации не гарантирует эффективное проведение лекционного занятия. Методическую систему лекции как организационную форму учебного занятия определяют и другие средства и методы обучения. Вначале некоторые студенты на лекции с экрана фотографировали слайды и считали, что этого достаточно. Однако, скоро поняли, что мультимедийная презентация лишь средство обучения, промежуточная информационная среда, а лекция как форма учебного занятия отличается от нее, определяет основные ее идеи и содержание и требует записи и осмысления.

Мультимедийные презентации являются сопровождением к разработанному методическому пособию по дисциплине ТиМОФ [2].

1. Хуторской А.В. Модель системно-деятельностного обучения и самореализации учащихся [Электронный ресурс] // А.В.Хуторской. Персональный сайт – Хроника бытия; 29.03.2012 г. – <http://khutorskoy.ru/be/2012/0329/index.htm>

К.В.Даутова. Избранные лекции по теории и методике обучения физике в средней школе. [Текст]. – Изд.2. Исправленное и переработанное – Уфа: Вагант. 2008. – 148 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В КУРСЕ «МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТАМ (ФИЗИКА)»

Десненко С. И.

Чита, Россия, Забайкальский государственный университет
desnenkochita@rambler.ru

В компетентностной парадигме высшего профессионального образования результатами являются сформированные компетенции. В рамках отдельно взятой дисциплины сформировать ту или иную компетенцию довольно сложно. Одним из путей решения проблемы эффективного формирования компетенций является междисциплинарная интеграция как основа синтеза ряда учебных дисциплин, в рамках которых можно формировать соответствующие компетенции. Вслед за И. Ю. Алексашиной будем рассматривать интеграцию учебных дисциплин в соответствии с уровнями: 1) *педагогических целей* (интегральные свойства и характеристики личности обучающегося); 2) *содержания обучения* (интеграция содержания отдельных предметных областей); 3) *педагогических технологий* (интегративные формы и методы обучения) [1].

Покажем реализацию междисциплинарной интеграции в курсе «Методика обучения предметам (физика)». Данный курс является нормативным и представлен в базовой (общепрофессиональной) части Профессионального цикла БЗ. Наиболее ярко интегративные связи курса «Методика обучения предметам (физика)» выражены с такими дисциплинами, как «Педагогика», «Психология», «Информационные технологии в образовании», «Общая и экспериментальная физика».

На уровне *педагогических целей* в рамках курса «Методика обучения предметам (физика)» с учетом междисциплинарной интеграции осуществляется содействие развитию личности будущего учителя физики, в частности развитию его личностно-профессиональной позиции как необходимого условия эффективной организации образовательного процесса по физике в школе. Личностно-профессиональная позиция является интегративной характеристикой специалиста, основопола-

гающим фактором его профессиональной деятельности. Педагог с развитой личностно-профессиональной позицией отличается высоким уровнем самоактуализации, самореализации и профессионализма.

На уровне *содержания обучения* с учетом междисциплинарных связей определено содержание конкретных разделов курса «Методика обучения предметам (физика)». В качестве примера в таблице 1 приведен фрагмент содержания разделов «Содержание и структура курса физики общеобразовательных учреждений», «Методы обучения физике» с учетом междисциплинарных связей дисциплин «Педагогика», «Психология».

Таблица 1. Междисциплинарные связи курса «Методика обучения предметам (физика)»

Фрагмент содержания разделов курса «Методика обучения предметам (физика)»	Вопросы дисциплины «Педагогика»	Вопросы дисциплины «Психология»
Раздел 2. <i>Содержание и структура курса физики общеобразовательных учреждений</i> Системы физического образования в общеобразовательных учреждениях. Место основного курса физики в базисном учебном плане. Содержание и структура курса физики основной и полной (средней) школы. Дидактические и частнометодические принципы отбора и структурирования учебного материала курса физики. Государственные образовательные стандарты по физике	Современная система отечественного образования. Законы, закономерности, принципы обучения Образовательные стандарты, структура ГОС общего образования второго поколения, базисный учебный план	Закономерности процесса обучения
Раздел 3. <i>Методы обучения физике</i> Понятие метода и методического приёма. Методы обучения физике. Методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности. Методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности. Методы контроля и самоконтроля эффективности учебно-познавательной деятельности. Современные средства оценивания результатов обучения и оценки достижений школьников при обучении физике в школе	Методы обучения. Классификация методов обучения, их характеристика	Контроль и его функции в учебном процессе. Учебная мотивация. Формирование умения учиться. Диагностика познавательной деятельности

На уровне *педагогических технологий* в рамках курса «Методика обучения предметам (физика)» с учетом междисциплинарной интеграции перечисленных выше дисциплин реализуется организация образовательного процесса, направленная на формирование у студента как будущего специалиста компетенций, позволяющих ему решать профессиональные проблемы в будущей профессиональной педагогической деятельности. Целенаправленное формирование компетенций у будущего учителя физики при изучении курса «Методика обучения предметам (физика)» возможно при соответствующей организации системы учебных занятий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, личностно ориентированных технологий; посредством методической подготовки будущего учителя физики, основанной на ситуационно-контекстном под-

ходе. Это связано с тем, что ситуационно-контекстный подход подразумевает наличие субъект-субъектных отношений между студентами и преподавателем, обеспечивает формирование у студентов знаний и умений при анализе конкретной ситуации, умения решать проблемы, в том числе проблемы профессионально ориентированного характера. При реализации в процессе изучения курса «Методика обучения предметам (физика)» ситуационно-контекстного подхода могут применяться ситуационные упражнения, ситуационные задачи, конкретные ситуации (метод кейс-стади). Пример использования метода кейс-стади (тема кейс-стади «Современный урок физики», форма проведения занятия - диспут с применением дискуссии) на занятиях по курсу «Методика обучения предметам (физика)» в рамках проводимого нами исследования описан в статье [2].

Покажем реализацию в курсе «Методика обучения предметам (физика)» технологии проектного обучения. Студентам четвертого курса предлагается проблема для педагогического интегрированного проекта: моделирование уроков по физике экологической направленности с ориентацией на личностно ориентированные технологии обучения (на примере конкретных тем школьного курса физики, апробация которых проходит во время педагогической практики в школе). Данная проблема педагогического интегрированного проекта является для студентов социально и личностно значимой, требует интегрированного знания в области физики, методики обучения физике, педагогики, психологии, экологии. В ходе реализации данного проекта предусматривается решение ряда задач: 1) выделение на основе анализа программ по физике для основной и средней школы, учебников по физике экологической составляющей конкретных разделов и тем школьного курса физики; 2) разработка различных вариантов тематического планирования (поурочное, модульное, блочно-модульное) конкретной темы школьного курса физики с учетом экологической составляющей; 3) определение целей и задач конкретных уроков с включением в них задач экологического образования и воспитания; 4) отбор содержания материала, в том числе материала экологической направленности, к конкретным урокам; 5) выявление наиболее целесообразной организации познавательной деятельности учащихся по усвоению отобранного содержания материала с учетом возможных способов его включения в учебный процесс на основе технологий личностно ориентированного обучения; 6) составление планов-конспектов конкретных уроков по физике экологической направленности.

Реализация проекта предусматривает ряд этапов (предварительный, вводный, основной, заключительный), продолжительность выполнения – в течение семестра.

На предварительном этапе (до проведения занятия) студентам предлагается актуализировать знания в области физики, методики обучения физике, педагогики, психологии, экологии по заранее предложенным вопросам. На занятии (вводный этап) будущим учителям физики предъявляется описанная выше проблема для педагогического интегрированного проекта. Студентам предлагают по желанию объединиться в шесть групп: физики, педагоги, психологи, экологи, методисты, учителя. В каждой группе участникам проекта целесообразно предложить выбрать организатора, координирующего и корректирующего дальнейшую работу членов группы. В ходе работы над проектом студентам необходимо выбрать способ оформления конечных результатов. Например, создание методических указаний «В помощь студенту-практиканту», которые в дальнейшем могут быть апробированы во время педагогической практики в школе; разработка личностно ориентированных уроков с включением задач экологического образования и воспитания; разработка фраг-

ментов рабочих программ по конкретным темам школьного курса физики с учетом экологической составляющей и т.п. На основном этапе работы над проектом (в течение семестра) преподаватель проводит консультации, оказывает студентам необходимую помощь. На зачетном занятии (заключительный этап) студентам предлагают провести защиту педагогического интегрированного проекта с последующим анализом полученных результатов. В ходе обсуждения качества выполненного проекта проявляется личностно-профессиональная позиция студентов как будущих учителей, степень ответственности каждого студента.

Как показал анализ результатов проводимого нами исследования, описанный выше вариант реализации междисциплинарной интеграции в курсе «Методика обучения предметам (физика)» позволяет достаточно эффективно решать проблему создания системы оценочных средств сформированности профессиональных компетенций будущего учителя физики при изучении методических дисциплин. Содержание данной системы характеризуется через следующие элементы: 1) контрольно-измерительные материалы (КИМ) различного вида: методические, методологические, исследовательские; 2) традиционные и инновационные формы аттестации, используемые для оценивания компонентов компетенций; 3) критерии и показатели сформированности профессиональных компетенций [3].

1. Алексашина И. Ю. Теоретико-методологические основы освоения учителем идей гуманизации образования в процессе повышения его квалификации: дисс. ... д. пед. н. СПб. 1997. 415 с.

2. Десненко С.И. Методическая подготовка учителя физики в аспекте ситуационно-контекстного подхода // Физика в системе современного образования (ФССО-2013): материалы XII Международной конференции (Петрозаводск, 3-7 июня 2013 г.). Том 1. С.301-304

3. Десненко С.И. Оценочные средства сформированности профессиональных компетенций будущего учителя физики при изучении методических дисциплин // Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю: збірник матеріалів міжнародної наукової інтернет-конференції. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2014. С. 134-136.

ПОСТРОЕНИЕ КУРСА «ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ» НА ОСНОВЕ СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА

Донскова Е.В., Данильчук Е.В.

Волгоград, Россия, Волгоградский государственный социально-педагогический университет

donskova.lena@yandex.ru, daniev@yandex.ru

Российское образование уже несколько десятилетий находится в процессе непрерывного реформирования. Начал действовать новый закон «Об образовании», реализуются новые стандарты для общего и профессионального образования, в образовательный процесс внедряются новые подходы, методы и средства. В этих условиях общество выдвигает новые требования к учителю физики. Наиболее востребованы в современной школе учителя физики, способные и готовые организовать эффективный образовательный процесс с применением электронных образовательных ресурсов. В результате, в учебные программы всех вузов, осуществляющих подготовку учителей физики, включены курсы, направленные на формирование информационной компетентности студентов: «Электронные образовательные ресурсы в обучении физике» (ВГСПУ), «Информационные технологии в физической науке и физическом образовании» и «Проектирование цифровых образова-

тельных ресурсов» (МПГУ), «Технические средства обучения в преподавании физики» (ЛГПУ) и др. Существуют различные формы организации этих курсов – лекции с обзором существующих электронных образовательных ресурсов по физике и методических основ их применения в учебном процессе в основной и старшей школе; лабораторные практикумы, направленные на формирование у студентов практических умений разрабатывать различные электронные образовательные ресурсы (учебные презентации, виртуальные модели, тесты и пр.); семинары, предполагающие обсуждение проблемных вопросов применения электронных образовательных ресурсов в школе. Большинство курсов носят практическую ориентацию и строятся на основе лабораторного практикума, а теоретические знания студенты получают в ходе самостоятельной работы. Ни один из рассмотренных курсов не построен на основе ситуационного подхода, который признан одним из наиболее эффективных для профессионального образования.

С позиций ситуационного подхода за единицу построения содержания образования принимается учебная ситуация. В теории и методике профессионального образования выделен специфический вид учебных ситуаций – профессионально ориентированные. Это «система конструируемых педагогом (субъект обучения) условий, побуждающих и опосредующих активность обучающегося (субъект учения) в социальном и предметном контексте будущей профессиональной деятельности» [5; с. 23]. На сегодняшний день исследованы [1, 3, 4, 5, 6, 9, 10]: профессионально ориентированная ситуация как форма познавательной деятельности студентов (Н.В. Альбрехт); типы учебных профессионально ориентированных ситуаций и их особенности (М.Д. Ильязова); профессионально ориентированные ситуации как комплексное средство формирования профессиональной компетентности и проверки уровня ее сформированности (Е.В. Донскова); возможности сложных педагогических ситуаций как условие профессионального саморазвития учителя (Ю.В. Соколова); учебно-профессиональные ситуации как средство формирования информационной культуры будущего педагога (Е.В. Данильчук); ситуационный подход к формированию профессиональной компетентности будущего учителя физики в инновационной деятельности (О.А. Крысанова); развитие профессионально-диагностических умений у будущих учителей физики на основе комплекса ситуационных задач (Е.И. Трубицина). Разработаны [2, 7, 8]: контекстные задачи по методике обучения физике (Н.С. Пурышева, Н.В. Шаронова, Н.В. Ромашкина, Е.А. Мишина); педагогические ситуации, используемые для развития профессиональной компетентности педагога (Н.В. Бордовская, А.А. Реан); педагогические ситуации, используемые для оценки профессиональной компетентности учителя (В.Д. Шадриков, И.В. Кузнецова). Однако опыт разработки отдельных учебных курсов на основе профессионально ориентированных ситуаций в научно-методической литературе пока не достаточно представлен.

Нами была осуществлена попытка разработки на основе ситуационного подхода курса «Электронные образовательные ресурсы в обучении физике» (направление 44.04.01 «Педагогическое образование»; магистерская программа «Физическое образование»; вариативная часть цикла общенаучных дисциплин; 4 зачетных единицы; 20 часов лабораторных занятий). Его цель – повышение профессиональной компетентности студентов – будущих учителей физики в области разработки и применения электронных образовательных ресурсов, а именно приобретение ими опыта в создании электронных ресурсов в соответствии с конкретными целями физического образования; опыта в интеграции собственных и готовых электронных

ресурсов в образовательном процессе по физике; опыта в проектировании и реализации уроков разных типов по физике с использованием электронных ресурсов; опыта решения технических и методических затруднений, возникающих при применении электронных ресурсов в образовательном процессе по физике.

Содержание курса строится на основе системы профессионально ориентированных ситуаций, сгруппированных в 8 кейсов в соответствии с темами лабораторно-практических занятий: «Образовательные интернет-ресурсы по физике», «Электронные учебные пособия по физике», «Мультимедийные учебные презентации по физике», «Виртуальные физические модели», «Виртуальные лаборатории по физике», «Тренажеры решения физических задач», «Электронные тесты по физике», «Справочные электронные ресурсы по физике». Ситуации представляют собой фрагмент реального или смоделированного учебного процесса, представленного в форме стенограммы, конспекта, фотографии (фото-презентации) или видео уроков физики, в которых представлены технические и методические проблемы, требующие от студента решения с позиции учителя физики, владеющего информационно-коммуникационными технологиями.

Каждое лабораторно-практическое занятие представляет собой решение кейса, имеющего следующую структуру:

1. Профессионально ориентированная ситуация, в которой представлены технические (связаны с недостатком знаний и умений в области программного обеспечения, необходимого для разработки электронного образовательного ресурса) и методические (связаны с особенностями применения электронного ресурса в образовательном процессе по физике) проблемы в соответствии с темой занятия.

2. Дискуссионные вопросы, обсуждение которых приводит студентов к определению сущности проблем, представленных в ситуации, определению знаний и умений, необходимых для решения ситуации, планированию учебно-познавательной деятельности.

3. Практические задания, в процессе выполнения которых студенты устраняют пробелы в своих знаниях и приобретают умения разрабатывать электронные ресурсы определенного типа.

4. Варианты развития ситуации, в которых проявляются новые методические проблемы или новые аспекты первоначальной проблемы, которые возможно решить на основе полученных студентами знаний и умений. Предлагаются ситуации 3-х уровней сложности – репродуктивного, продуктивного и творческого.

6. Оценочные материалы, которые включают: шаблон правильного решения ситуации; критерии оценки правильных и неправильных решений ситуации; признаки изменения уровня сформированности профессиональной компетентности студентов в процессе решения ситуации.

Лабораторно-практические занятия № 1-8 проходят в интерактивной форме и предполагают следующую структуру: 1 этап (10-15 мин.) – представление профессионально ориентированной ситуации; мозговой штурм; дискуссия. 2 этап (50-60 мин.) – выполнение практических заданий по разработке электронных образовательных ресурсов по физике в соответствии с темой занятия. 3 этап (15-20 мин.) – решение профессионально ориентированной ситуации; мозговой штурм; дискуссия. 4 этап (3-5 мин.) – подведение итогов; рефлексия; выставление баллов за занятие.

Лабораторно-практические занятия № 9-10 проходят в форме практикума профессионально ориентированных ситуаций. Студентам предлагается выбрать

один из разработанных ими конспектов уроков и реализовать его фрагмент в роли учителя (в роли класса выступает учебная группа).

Изучение курса «Электронные образовательные ресурсы по физике» завершается зачетом с оценкой.

Апробация отдельных профессионально ориентированных ситуаций, направленных на формирование у студентов опыта решения технических и методических затруднений, возникающих при применении электронных ресурсов в образовательном процессе по физике, доказала их эффективность как средства обучения будущих учителей физики. Учебная программа и учебно-методический комплекс курса «Электронные образовательные ресурсы в обучении физике», построенного на основе ситуационного подхода, успешно внедряются в образовательный процесс магистратуры по программе «Физическое образование» Волгоградского государственного социально-педагогического университета.

1. Альбрехт Н.В. Деятельностно-ориентированное обучение как средство формирования профессиональной мобильности студентов вуза: автореф. ... канд. пед. наук. – Екатеринбург, 2009.

2. Бордовская, Н.В. Реан А.А. Педагогика: учебник для вузов. – СПб: Питер, 2000.

3. Данильчук Е.В. Методическая система формирования информационной культуры будущего педагога: автореф. ... д-ра пед. наук. – Волгоград, 2003.

4. Донскова Е.В. Профессионально ориентированные ситуации в педагогическом образовании: сущность, проектирование, реализация // Дискуссия №9 (50). 2015. С. 105-111.

5. Ильязова М.Д. Формирование инвариантов профессиональной компетентности студента: ситуационно-контекстный подход: автореф. ... д-ра пед. наук. – М., 2010.

6. Крысанова О.А. Ситуационный подход к формированию профессиональной компетентности будущего учителя физики в инновационной деятельности // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2010. № Выпуск 1 (91). С. 28 – 31.

7. Методика оценки уровня квалификации педагогических работников / под ред. В.Д. Шадрикова, И.В. Кузнецовой. – М., 2010.

8. Пурышева Н.С., Шаронова Н.В., Ромашкина Н.В., Мишина Е.А. Сборник контекстных задач по методике обучения физике: учебное пособие для студентов педагогических вузов / Н.С. Пурышева [и др.]. – М.: МПГУ, 2013.

9. Соколова Ю.В. Разрешение сложных педагогических ситуаций как условие профессионального саморазвития учителя в общеобразовательной школе автореф. ... к-та пед. наук. – Махачкала, 2013.

10. Трубицина Е.И. развитие профессионально-диагностических умений у будущих учителей физики на основе комплекса ситуационных задач: автореф. ... к-та пед. наук. – Красноярск, 2003.

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОБЛЕМАТИКИ СОВРЕМЕННЫХ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПО ФИЗИКЕ

Доронин В.А.¹, Остроумова Ю.С.²

¹Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

²Санкт-Петербург, Россия, Военная академия связи им. С.М. Буденного
sinklit@mail.ru

Диктуемое запросами времени и обладающее значительным образовательным потенциалом освоение будущими учителями содержания проблематики современных наукоемких технологий требует своего научно-методического обеспечения и, прежде всего, определения характера обучения, адекватного его предмету. В настоящей работе обосновывается целесообразность и раскрываются возможности освоения ключевых концептов нанофизики в рамках исследовательского обучения, осуществляемого в форме учебно- и научно-исследовательской деятельности студентов. В качестве предметной основы выступает проблематика нанотехнологий электроники и оптроники, а ключевых концептов, необходимых для освоения - размерные физические эффекты пространственного квантования энергии.

К основным достоинствам исследовательского обучения, на указанной предметной основе относятся следующие:

- проблемная детерминация содержания проблематики и процесса его развертывания в обучении;
- высокий уровень познавательной самостоятельности и активности обучающихся;
- сущностный (неформальный) характер приобретаемых знаний;
- возможность достижения содержательной и методологической целостности;
- востребованность принципиально важных для учителя видов деятельности;
- открытость образовательного содержания.

Для реализации этих достоинств предлагаемые студентам исследовательские задания должны отвечать, в своем содержании и организации выполнения, требованиям:

- личностно-смыслового значения изучаемой проблемы;
- включенности обучающихся в постановку проблемы, определение и реализацию методов её решения, критический анализ получаемых результатов;
- освоения необходимых знаний в логике задачного подхода;
- систематичности в реализации задачного подхода;
- взвешенного сочетания различных, адекватных содержанию задачи, форм её решения (аналитической, экспериментальной, численной), осуществляемых на соответствующих, координированных по тематике, видах занятий;
- синтеза приобретаемых обучающимися в результате решения определенного цикла задач новых для них знаний;
- логической завершенности в содержательном и методологическом ас-

пектах каждого из заданий и исследовательской деятельности в целом;

- творческого участия самих обучающихся в расширении круга изучаемых вопросов и привлечении новых методов и средств решения задач.

Возможности построения учебно-исследовательских заданий, отвечающих указанным требованиям, рассмотрены на примере последовательности (цикла) заданий направленных на освоение квантовых размерных эффектов в системах пониженной размерности. Стартовым является определение особенностей электронного спектра в двумерных системах (квантовых ямах). Необходимый результат здесь может быть получен в рамках решения хрестоматийной задачи квантовой физики об электроне в потенциальном ящике, приводящего к выводу о дискретном характере энергии электрона. Достаточно дополнить эту задачу следующим вопросом: *определите ширину потенциального ящика, при которой расстояние между соседними энергетическими уровнями будет сравнимым со средней тепловой энергией при комнатной температуре.*

Используя известное, полученное при решении задачи в традиционной форме, выражение для расстояния между соседними энергетическими уровнями электронных состояний в потенциальном ящике, студенты приходят к выводу об анизотропном дискретно-непрерывном спектре двумерной системы с присущими ему подзонами размерного квантования, отвечающем определенному закону дисперсии. Полученный аналитический результат может быть экспериментально проверен в ходе лабораторного практикума при выполнении задания по сравнительному анализу спектральной зависимости коэффициента оптического поглощения при комнатной температуре в объемном (трехмерном) GaAs и двойных гетероструктурах (ДГС) инжекционного полупроводникового лазера с квантовыми ямами.

Далее, ставится вопрос о законе дисперсии применительно к одномерным системам (квантовым нитям, проволокам) и нульмерным системам (квантовым точкам, искусственным атомам). Подзоны размерного квантования при этом оказываются в первом случае одномерными, а во втором случае энергетический спектр становится дискретным, аналогичным спектру атома. Как и в предыдущем случае аналитическое решение задачи может быть дополнено экспериментальным, осуществляемым на соответствующих наноструктурах. Опытным путем студенты определяют максимальную длину волны собственного поглощения полупроводника в зависимости от размера наночастиц, варьируемого от сотен до десятков ангстрем.

Изучение электронных свойств квантовых точек может быть продолжено в форме целостного по своему содержанию учебно-исследовательского задания, в котором прослеживается вся лежащая в основе изучения наноструктур цепочка “физика – материал – технология – применение”. Содержание занятия состоит в экспериментальном изучении фотолюминесценции матричных систем на основе стёкол с диспергированными в них квантовыми точками сульфида свинца, подвергнутых термообработке в различных режимах, определяющих размер наночастиц. При этом обнаруживается смещение пика в спектре фотолюминесценции в длинноволновую область при увеличении размеров квантовых точек, что указывает на возможность управления длиной волны фотолюминесценции, имеющую важное значение в плане практического использования изучаемого материала в системах телекоммуникаций, а именно, в широкополосных волоконно-оптических усилителях.

В качестве примера проблематики, научно-исследовательской деятельности

обучающихся в указанном проблемном поле рассмотрим физику и применение электронных свойств систем на основе некристаллических (аморфных и стеклообразных) материалов с наноразмерными кристаллическими включениями. В качестве объекта исследования рассмотрим материалы с наноразмерными кристаллами оксидов переходных металлов. Приведем некоторые примеры постановки и решения формулируемых здесь и взаимосвязанных между собой задач.

Первый пример – изучение неомической электронной проводимости аморфных пленок пентаоксидов тантала и ниобия, содержащих нанокристаллы того же состава. Последние формируются самими обучающимися посредством электротеплового, интегрального по площади, нагружения (анодной поляризации) металлооксидных структур в контакте с кислородосодержащим электролитом. В силу значительно большей по отношению к аморфному оксиду электронной проводимости нанокристаллы определяют проводимость системы. Эксперимент обнаруживает качественное различие зависимости проводимости аморфного и кристаллического оксидов от напряженности электрического поля: у аморфного она немонотонна, а у кристаллического обнаруживает увеличение проводимости с ростом напряженности во всем диапазоне полей.

Для объяснения полученного результата привлекается перколяционная модель электропроводности неупорядоченных системах, учитывающая протяженный характер дефектов нестехиометрии в кристаллах оксидов переходных металлов и, соответственно, направленный прыжковый перенос во всем диапазоне полей.

В практическом аспекте, обучающиеся формулируют рекомендацию по диагностике оксидных слоев конденсаторных систем, где информативным параметром выступает проводимость (величина тока), измеряемая при напряжении, отвечающем максимальному различию проводимости аморфного и кристаллического оксида.

Вторая задача – характеристика наноразмерных кристаллов, возникающих в аморфных слоях высших оксидов V, Ti, Fe, Nb при локальном по площади воздействии электрического напряжения, по электронным свойствам. В качестве информативной здесь выступает S-образная вольт-амперная характеристика получаемых в результате электроформовки переключательных устройств. Эксперимент показывает, что с повышением температуры напряжение переключения уменьшается, и при достижении определенной для каждого оксида температуры обращается в нуль.

Сопоставление с известными данными позволяет соотнести эту температуру с температурой перехода “полупроводник - металл” в оксидах указанных металлов в неопределяемой для них степени окисления. Полученные результаты позволяют, во-первых, объяснить сам эффект электронного переключения как фазовый переход в канале формовки и, во-вторых, соответствующим образом характеризовать образующиеся в этом канале наноразмерные кристаллы.

Третья задача – изыскание возможности контроля за получением нанокристаллов с фазовым переходом “полупроводник - металл” при получении оптических нанокомпозитов посредством определения их электронных свойств. Один подход здесь исходит из наличия характерного для фазового перехода первого рода гистерезиса оптических свойств, достижение которого и сигнализирует о получении требуемого результата. Последний подтверждается независимыми результатами рентгеноструктурного анализа и рамановской спектроскопии.

Другой подход основывается на получении характерного для оптических

композитов с бистабильными наночастицами ограничения интенсивности излучения, которое, как показывает анализ модели взаимодействия излучения с нанокристаллами при не слишком малой длительности импульсов, связано с термоиндуцированным фазовым переходом.

Наконец, задача усиления эффекта оптического ограничения в нанокompозитах с частицами, обладающими фазовым переходом “полупроводник - металл”. Ключевым моментом в решении этой задачи является учет плазмонного резонанса в наночастицах, находящихся в металлическом состоянии, приводящего к значительному увеличению их сечения поглощения. Анализ зависимости отношения сечений в металлической и полупроводниковой фазах от показателя преломления матрицы выясняется её резонансный характер и позволяет сформулировать рекомендацию о заполнении пор стекла веществом с показателем преломления, отвечающем указанному резонансу с целью усиления нелинейно-оптического отклика.

САМОДЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ И СИЛЫ АМПЕРА МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Дрмеян Г. Р.

Гюмри, рес. Армения, Гюмрийский государственный педагогический институт
(ГГПИ)

drm-henrik@mail.ru

Среди предметов, изучаемых в школе, физика занимает особое место. Содержание материала, используемого в ходе ее преподавания, в условиях стремительного прогресса науки должно постоянно обновляться. Это достижимо при обращении к дополнительным документальным материалам, демонстрации новейших технологий, самодельным приборам и новым демонстрационным экспериментам. Это, как представляется, существенно облегчает усвоение физических понятий, законов и способствуют формированию устойчивого интереса к предмету.

Широко применяемые в настоящее время методы опытного определения модуля магнитной индукции основаны либо на явлении электромагнитной индукции, либо на явлении взаимодействия магнитного поля с током. В данной работе использовано явление взаимодействия магнитного поля с током, но в качестве проводника взята жидкость (ртуть). Из-за высокого значения удельного веса ртути применение предложенного метода ограничено областью сильных магнитных полей [1,2].

Вкратце попытаемся представить конкретный материал, который дает возможность учителю, не нарушая логический процесс обучения, с помощью самодельного прибора, ознакомить учащихся с новым магнитогиродинамическим методом определения модулей векторов индукции магнитного поля и силой Ампера. Последнее позволяет объяснить взаимодействие магнитного поля с проводящей жидкостью.

Использованное нами первое устройство изображено на рис. 1. В органическом стекле 1, размерами 10x20x40 мм просверлены две канавки: горизонтальная – закрытая (2) с диаметром 4 мм и вертикальная – сквозная (3) диаметром 1,5 мм.

В открытые гнезда (4) вставляются две вертикальные стеклянные трубки (5) внутренним диаметром 4 мм и высотой 60 мм так, чтобы трубки с горизонтальной канавкой составили сообщающиеся сосуды. Затем горизонтальная канавка с правой стороны закрывается пробкой (6) из изолирующего материала. В вертикальную канавку вставляются два медных электрода (7).

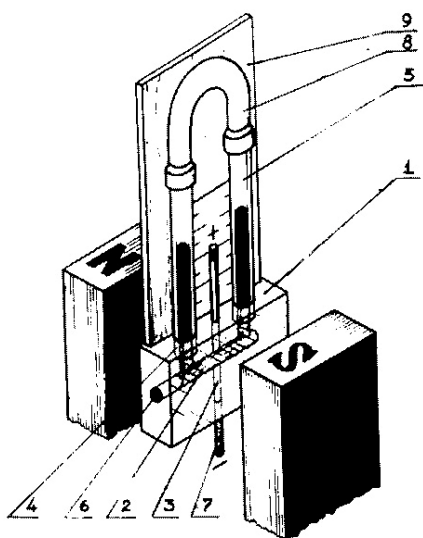


Рис.1, Самодельное устройство для определения величины магнитной индукции

В вертикальные стеклянные трубки вливается ртуть высотой 20÷30 мм и свободные концы трубок (5) закрываются резиновой трубкой (8). Описанное устройство закрепляется на вертикальной градуированной подставке (9).

Устройство ставится в вертикальном положении, таким образом, чтобы ртуть между электродами поместилась в пространстве между полюсами электромагнита, причем магнитное поле перпендикулярно к горизонтальной канавке 2.

Ртуть в барометрической трубке находится на одинаковом уровне, пока к электродам не приложено напряжение (ток в ртути отсутствует). При подаче на электроды постоянного напряжения ($\sim 3\text{v}$) по ртути течет ток ($\sim 30\text{A}$) в направлении, перпендикулярном линиям магнитной индукции [3].

В результате взаимодействия внешнего магнитного поля с током возникает сила Ампера, которая в данном случае направлена по горизонтальной трубке (2) либо налево, либо направо, в зависимости от направления тока. Под действием этой силы в барометрической трубке возникает разность уровней ртути. Поднятие ртути в барометрической трубке прекратится тогда, когда гидростатическое давление ртути уравнивается с давлением, обусловленным силой Ампера, т.е. когда

$$\frac{F_A}{S} = \rho gh \quad (1)$$

где: S – сечение барометрической трубки,

ρ – плотность ртути,

h – высота между уровнями ртути в барометрической трубке,

g – ускорение свободного падения.

Электроды в барометрическую трубку вкладываются таким образом, чтобы расстояние между ними (d) равнялось диаметру трубки, т.е.

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

Подставим выражение (2) в (1) и, разрешая относительно F_A , получим:

$$F_A = \frac{\pi d^2}{4} \rho gh \quad (3)$$

С другой стороны сила Ампера через индукцию магнитного поля B и ток I выражается формулой

$$F_A = IBd \quad (4)$$

Сравнением выражений (4) и (3) получим: $IBd = \frac{\pi d^2}{4} \rho gh$,

откуда
$$B = \frac{\pi d \rho g h}{4I} \quad (5)$$

Произведение $\frac{1}{4} \pi \rho g d = k$ в условиях данного опыта есть постоянная величина.

Таким образом, окончательно получим:
$$B = k \frac{h}{I} \quad (6)$$

Измеряя h и I по формуле (6) определяется B , а сила Ампера вычисляется по формуле (4).

Второе устройство, предназначенное для этой же цели, изображено на рис. 2.

В органическом стекле (1) размерами 10x20x30 мм просверлены две перпендикулярные друг к другу сквозные канавки, в продольную канавку две горизонтальные стеклянные трубки (2) внутренним диаметром 2,5 мм и длиной 100 мм каждая, причем конец одной из трубок запаян, а в вертикальную канавку – электроды (3) диаметром 1,5 мм. Между электродами и трубками помещен горизонтальный столб ртути (4) длиной 4см. Установка закреплена на градуированной линейке (5). Система помещена в однородном магнитном поле, как это показано на рис. 2.

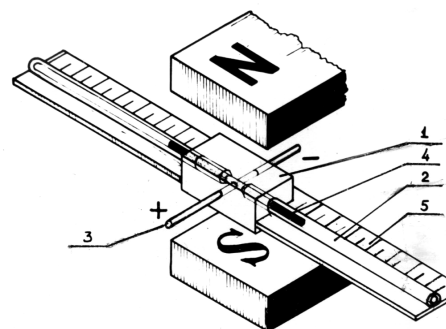


Рис. 2. Установка для определения силы Ампера

Трубку в магнитном поле можно расположить как вертикально, так и горизонтально. Для удобства математических вычислений и повышения точности измерений целесообразно горизонтальное расположение.

Пока на электроды не подано напряжение, давление в обеих трубках одинаково и равно атмосферному давлению. При подаче постоянного напряжения на электроды через ртуть протекает ток.

В результате взаимодействия магнитного поля с током возникает сила Ампера, которая перемещает ртуть либо влево, либо вправо в зависимости от направления тока.

Пусть начальный объем V_0 воздуха из-за перемещения ртути уменьшился до V , в пределах времени перемещения ртути процесс сжатия воздуха можно считать изотермическим.

Тогда по закону Бойля Марриота
$$P_0 V_0 = (P_0 + P_1) V, \quad (7)$$

где P_1 – добавочное давление, обусловленное силой Ампера, т.е.

$$P_1 = \frac{F_A}{S}, \quad (8)$$

где S - внутреннее сечение трубки

Учитывая, что
$$V_0 = L_0 S, V = SL, S = \frac{\pi d^2}{4} \text{ и } F_A = IBd$$

выражение (7) перепишем в виде:
$$P_0 (L_0 - L) = \frac{4IBL}{\pi d},$$

откуда
$$B = \frac{\pi d \Delta L P_0}{4IL}, \quad (9)$$

что и является выражением для определения величины магнитной индукции, где d – расстояние между электродами, $\Delta L = L_0 - L$ - величина перемещения ртути.

Таким образом, спроектированные и опробованные нами лабораторные устройства скрывают в себе большие педагогические возможности, и их внедрение в процесс преподавания физики, по нашему мнению, значительно повысит эффективность усвоения темы “Магнетизм” и станет наилучшим примером повышения заинтересованности обучающихся относительно физики.

Простота электрической схемы, ее конструктивного оформления и математических вычислений позволяет выразить надежду, что подобные опыты можно рекомендовать выполнять в школьных учебных лабораториях по физике.

1. А.Г.Куликовский, Г.А.Любимов «Магнитная гидродинамика». Госиздат, физико-математической литературы, Москва, 1962г.
2. «Магнитодинамическое генерирование электроэнергии». под редакцией Р.Кулеба Издательство «МИР» Москва, 1966г.
3. Г. Мирдель “Электрофизика”, Изд-во “Мир”, 1972 г.

ПРОЕКТНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ И ОЦЕНИВАНИЮ КОМПЕТЕНЦИЙ

Зеличенко В.М.

Томск, Россия, Томский государственный педагогический университет
zelvm@rambler.ru

В настоящее время в системе высшего образования России реализуется уже третье поколение так называемых федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), основанных на компетентностном подходе. В стандартах сформулированы требования к компетенциям выпускников (бакалавров, магистров) по различным направлениям подготовки.

Несмотря уже на достаточно большой опыт использования компетентностного подхода, до сих пор не существует единой системы или общепринятой методики оценивания сформированности компетенций выпускника вуза. Отметим, что при оценке сформированности компетенций помимо знаний, умений, навыков, владений, которые достаточно легко можно оценить различными методами, необходимо принимать во внимание личностные характеристики обучающегося.

В работе [1] были предложены некоторые подходы к оцениванию компетенций, в частности, метод разложения компетенций по базисным компонентам в пространстве компетенций и метод редукции компетенций, предполагающий учет специфики будущей деятельности обучающегося. Оба метода базируются на детальном описании компетенций и, в принципе, могут быть формализованы.

В данной работе предлагается другой, принципиально отличный подход к оцениванию сформированности компетенций, базирующийся на основе деятельностного подхода [2]. Идея заключается в том, что по своей сути и смыслу, формирование компетенций должно происходить в деятельности. Не отметки по дисциплинам или баллы, а результаты деятельности и определяют сформированность компетенций.

Деятельностный подход в различных формах широко применяется в педагогической практике. Весьма успешными являются проектные и проблемно-ориентированные методики деятельностного подхода в изучении отдельных дисциплин, например, физики, как в педагогическом, так и инженерном образовании [3]. Практика показывает, что такие подходы хорошо интегрируются в информаци-

онно-образовательные среды, в том числе и системы дистанционного образования.

Проектно-деятельностный подход является логическим продолжением компетентностного подхода, основанного на отказе от предметного обучения и переходе к формированию компетенций на основе образовательных программ. Образовательная программа при этом строится состоящей из проектов, которые должны охватывать весь спектр необходимых компетенций. Такой подход предполагает большую самостоятельность обучающегося, расширение возможностей образовательной среды, выход за рамки образовательного пространства данного вуза.

Применение проектно-деятельностного подхода в обучении требует создания современных учебно-методических комплексов нового поколения по дисциплинам профиля, сочетающих как традиционные схемы, так и системное использование информационных компьютерных технологий (ИКТ), интегрированных в дистанционные системы обучения и доступных в Интернете.

Проектно-деятельностный подход ставит ряд процессуально-содержательных вопросов, решение которых существенно зависит от взаимодействия обучающегося и образовательной программы. Органично организованное взаимодействие приносит двойную пользу, как с позиции усиления фундаментальности образования, так и с точки зрения логичного перехода от традиционного формирования преимущественно "знаний, умений, навыков" к формированию компетенций, воспитанию таких качеств личности как инициативность, самостоятельность, ответственность, способность к рефлексии и др.

Такой подход предполагает особое построение основной образовательной программы. Программа должна содержать несколько уровней. На первом уровне осваивается предметное поле, изучаются фундаментальные основы наук (физики, математики), фундаментальные основы педагогики и т.д.

Второй уровень формируется из проектов. Выполнение этих проектов должно показать владение фундаментальными знаниями, умение использовать эти знания в решении конкретных задач проекта. Это могут быть проекты типа «Современное понимание физической реальности», «Квантовая гипотеза и ее значение в современной физике», «Невидимый мир», «Мир кристаллов», «Полупроводники и будущее», «Путь в наномир» и т.д.

Третий уровень формируется из профессионально направленных проектов. Это могут быть проекты, направленные на освоение методик обучения, проекты отдельных уроков или изложения конкретных тем, проекты, связанные с разработкой новых лабораторных работ или демонстрационных экспериментов, проекты внеклассной работы (организация кружков, экскурсий и т.д.). Проекты третьего уровня должны быть интегрированы в педагогические практики и именно на этой базе должны формулироваться проекты четвертого уровня – выпускные квалификационные работы. Такой подход предполагает, в основном, экспертную оценку сформированности компетенций.

1. Зеличенко В.М., Бычкова А.С., Румбешта Е.А. /Подготовка учителя к формированию исследовательских умений школьников. Сборник трудов XIII международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». М.: Изд. Московского физического общества, 2014, с.38-40.

2. Ларионов В.В. Проблемно-ориентированная система обучения физике в техническом университете: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 2008. – 42 с.

3. Зеличенко В.М., Ларионов В.В. О проблемно-ориентированном подходе к решению задач по физике в профильной школе и вузе // Вестник ТГПУ, серия: естественнонаучное образование. – 2009. – вып. 5 (73). – С. 118–123.

ГИБКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» ПО СДВОЕННЫМ ПРОФИЛЯМ

Исаев Д.А.

Москва, Российская Федерация, Московский педагогический государственный университет
da.isaev@m.mpgu.edu

Подготовка современного учителя, согласно требованиям ФГОС, должна обеспечивать студентам «... реальную возможность участвовать в формировании своей программы обучения, включая возможную разработку индивидуальных образовательных программ» [1,13].

Один из возможных вариантов организации работы по индивидуальным планам приведен нами в статье [2]. Мы рассмотрели возможность зачисления студентов на первый курс обучения по направлению «Педагогическое образование» по сдвоенным профилям «Физика и Информатика» и «Физика и Английский язык», когда разделение на профили происходит по итогам обучения на первом курсе. Это возможно осуществить при условии согласования («синхронизации») в соответствующих учебных планах содержания обучения на первом курсе. Далее, когда студенты дифференцировались по сдвоенному с физикой профилю, их обучение проходит как освоение модулей. В случае если студент освоил определенный учебным планом набор модулей, он получает диплом о высшем образовании.

Такой подход позволяет студентам осуществить выбор сдвоенного с физикой второго профиля более осознанно, поскольку у них есть возможность определиться с выбором в ходе обучения, а не при знакомстве с рекламными буклетами и выступлениями специалистов на Днях открытых дверей.

Модульное построение обучения делает возможным освоение студентами того или иного модуля как в рамках базового учебного плана, так и индивидуально. Так, например, если кто-либо из студентов не освоил обязательный модуль «в общем потоке», он получит возможность освоить его в одном из последующих семестров.

Еще одна особенность подготовки учителей физики в рамках блочно-модульной организации обучения состоит в том, что ряд модулей для студентов-педагогов и студентов-физиков могут быть общими. Это, безусловно, будет содействовать повышению уровня предметной подготовки будущих учителей. Имеющийся у нас опыт в этом направлении представлен нами в статье [3].

Истоки двадцатилетнего опыта совместного обучения будущих педагогов-физиков и будущих физиков-исследователей на физическом факультете (сегодня – факультет физики и информационных технологий) МПГУ лежат в модульной организации учебного плана, предложенного и реализованного Ю.Н. Пашиным и С.Е. Каменецким [4] в девяностые годы прошлого века. Этот учебный план уже в то время давал возможность студентам осознанно влиять на собственную образовательную траекторию. В рамках этого учебного плана студенты специалитета и бакалавриата большую часть времени занимались совместно. Но желающим получить диплом бакалавра необходимо было освоить дополнительные модули. По окончании третьего курса учебные траектории специалистов и бакалавров полностью разделялись, и каждый студент, освоивший дополнительные модули, получал возможность доучиться на четвертом курсе бакалавриата или продолжать обучение на четвертом и пятом курсе специалитета. Далее выпускникам бакалавриата физи-

ко-математического образования необходимо было определиться с направлением магистратуры: в зависимости от собственных склонностей, способностей и намерений, они могли выбрать соответствующий педагогический профиль или поступить в магистратуру по физике. В принципе, не было закрыто обучение в магистратуре и для выпускников специалитета. Подобная гибкая система успешно прошла проверку временем, и на ее основе нами осуществляются подходы к построению современных образовательных программ.

В настоящее время нами разрабатываются «синхронизированные» на первом курсе учебные планы направления «Педагогическое образование» не только для сдвоенных профилей, один из которых «Физика» («Физика и Информатика», «Физика и Английский язык»). Выбор в качестве сдвоенных профилей «Физики и Технологии» сделал необходимым для нас синхронизацию первого курса и по этим профилям. И тогда возникла идея синхронизировать и другие «технологические» профили: «Технология и Информатика» и «Технология и Дополнительное образование». Таким образом, согласно нашей идее, на первом курсе студенты-педагоги будут изучать и физику, и технологию (наряду с математикой, информатикой и т.д.), а по окончании первого курса получают возможность осознанно выбрать сочетание сдвоенных профилей.

1. ФГОС ВО Педагогическое образование (бакалавриат со сроком обучения 5 лет) // <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/5/20111207164014.pdf> (дата обращения 15.01.2015)

2. Исаев Д.А. Организация обучения по индивидуальным образовательным программам при подготовке бакалавров направления «Педагогическое образование» по сдвоенным профилям [текст] / Д.А. Исаев // Школа будущего. – 2014. - №2. – С.87-90.

3. Исаев Д.А., Чулкова Г.М. Индивидуализация образовательных маршрутов студентов при подготовке физиков и педагогов-физиков на уровне бакалавриата [текст] / Д.А. Исаев, Г.М. Чулкова // Физическое образование в вузах. – 2014. – Т. 20. - №2. –С. 149-153.

4. Пашин Ю.Н., Каменецкий С.Е. О внедрении многоуровневой системы подготовки специалистов на физическом факультете МПГУ [текст] / Ю.Н. Пашин, С.Е. Каменецкий // Наука и школа. – 1996. - №1. – С. 6-8.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В БАКАЛАВРИАТЕ И СПЕЦИАЛИТЕТЕ

Карпачева И.А., Трофимова Е.И.

Елец, Россия, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
elgrigor63@mail.ru

В 2015 году в России впервые осуществится массовый выпуск бакалавров, в том числе и учителей физики. Любой здравомыслящий человек, имеющий то или иное отношение к этому явлению, не раз задавался и до сих пор задается вопросами: стоило ли ломать систему подготовки специалистов, принятую еще в Советском Союзе? Может ли за четыре года студент получить качественное профессиональное образование? Как отразится на предметной подготовке будущих учителей полное отсутствие требований к таковой во ФГОС по направлению «Педагогическое образование»?

Перечень таких вопросов можно продолжить, и все они являются актуальными для системы подготовки педагогических кадров по физике. Сделаем попытку сравнить предметную и методическую подготовку в специалитете и бакалавриате, основываясь на опыте более чем семидесятилетней подготовки учителя физики в

нашем вузе. Под предметной подготовкой мы будем понимать изучение дисциплин физического содержания, методической – психолого-педагогических дисциплин, включая частные методики.

В таблице 1 приведены количественные выкладки, базирующиеся на учебных планах, соответствующих стандартам 032200 – Физика, квалификация «Учитель физики» (2005 год) и 050100.62 – Педагогическое образование, квалификация бакалавр педагогического образования, профиль «Физика» (2009 год).

Таблица 1. Число часов, отводимых на предметную и методическую подготовку

Квалификация	Учитель физики			Бакалавр		
		Часы			Часы	
		Ауд.	Сам.		Ауд.	Сам.
Дисциплины предметной подготовки	Общая и экспериментальная физика	900	666	История физики	33	39
	Основы теоретической физики	450	350	Общая и экспериментальная физика	450	459
	Методы математической физики	54	18	Электрорадиотехника	69	93
	Электротехника	54	18	Астрофизика	69	39
	Радиотехника	108	92	Практикум по решению физических задач	54	54
	Астрономия	162	118			
	История физики	36	36			
	Физическая картина мира	36	36			
Психолого-педагогические дисциплины	Психология	150	150	Психология	144	108
	Педагогика	150	150	Педагогика	234	216
	Теория и методика обучения физике	166	166	Методика обучения физике	234	262
	Современные средства оценивая результатов обучения	30	30	Методика воспитания	36	36

На первый взгляд разница в часах по дисциплинам предметной подготовки для учителя и бакалавра огромная (соответственно аудиторная нагрузка в сумме составляет 1646 и 575 часов). Однако следует отметить, что из дисциплин предметного характера в программе подготовки бакалавров указаны только те, которые внесены в обязательные дисциплины вариативной части. Что же касается методической подготовки (соответственно 596 и 648 часов), то здесь ситуация не сильно изменилась с переходом к бакалавриату.

Как же должна строиться образовательная программа для бакалавров? Обратимся к опыту подготовки специалистов. Анализируя вводимые в начале нынешнего века стандарты второго поколения, многие авторы отмечали их жесткую структуру. Число часов, отводимых на вариативную часть, устанавливаемую вузом, составляло в среднем 450-500 часов, т.е. 6 – 8% учебного времени. Кафедры и преподаватели обосновывали тематику курсов по выбору их актуальностью для повышения качества профессиональной подготовки. Например, в нашем вузе для учителей физики в разные годы реализовывались курсы по выбору, представленные в таблице 2 [1]. Как видно из их тематики, содержание курсов было направлено на формирование дополнительных профессиональных умений, не предусмотренных дейст-

вующим стандартом педагогического образования, но актуальным для своего времени.

Таблица 2. Курсы по выбору для будущего учителя физики

Название курса по выбору	Внешние причины, обуславливающие актуальность введения курса
Использование персонального компьютера на уроке физики	Развитие информационных и коммуникационных технологий, их внедрение в образование
Преподавание физики в классах с ее углубленным изучением	Возникновение инновационных учебных заведений различного типа, переход к профильной школе
Формирование физических понятий в курсе естествознания	Введение в учебный процесс школы интегрированного курса «Естествознание»
Технология тестового контроля знаний учащихся	Организация централизованного тестирования, проведение эксперимента по введению единого государственного экзамена
Формирование информационной культуры учащихся при изучении физики	Создание приоритетного национального проекта «образование»
Подготовка учащихся к олимпиадам по физике	Введение различных форм приема в вузы
Дидактический анализ школьных учебников физики	Внедрение в учебный процесс вариативных учебно-методических комплексов
Элективные курсы в структуре школьного профильного обучения	Реализация концепции профильного обучения на старшей ступени общего образования

Курсы, усиливающие предметную подготовку будущего учителя, были чаще всего фундаментальными, направленными на более глубокое изучение того или иного раздела физики, в том числе теоретической.

В программе подготовки бакалавров, как видно из таблицы 3, значительная доля часов отводится на дисциплины по выбору студентов. В данном случае, правильно выстраивая их последовательность, можно решить две глобальные проблемы, с которыми сталкиваются преподаватели высшей школы, готовя будущего учителя-бакалавра. Во-первых, это полное отсутствие требований к знанию преподаваемого предмета в ФГОС по направлению «Педагогическое образование». Во-вторых, это низкий уровень физических знаний у студентов, пришедших учиться в бакалавриат.

Таблица 3. Наличие дисциплин по выбору студента

Цикл	Часов по учебному плану	Зачетных единиц
Гуманитарный, социальный и экономический	144	4
Математический и естественнонаучный	0	0
Профессиональный	1476	41
Итого	1620 (34%)	45

Первая причина, подкрепляемая положением о том, что государственный экзамен по данному направлению необязателен, он вводится только по решению вуза, неизбежно приводит к ослаблению требований к уровню физических знаний у студентов. Например, анализируя программы ГИА, которые вузы выставляют в ин-

тернете, мы обнаружили программы, включающие в себя всего 12 вопросов по физике и 12 вопросов по методике ее преподавания. Очевидно, что это крайне урезанная версия требований как к предметной, так и к методической подготовке будущего учителя-бакалавра.

Вторая причина обусловлена, к сожалению, низким интересом выпускников школ к профессии учителя. Подавляющее большинство абитуриентов, имеющих хорошее знание школьной физики, стремится попасть в престижные технические вузы. Педагогическое образование остаются получать дети, имеющие хорошие баллы по обществознанию, но чаще всего имеющие весьма смутное представление о физических понятиях и законах. Получается порочный круг – выпускник школы, не решившийся в свое время сдать ЕГЭ по физике, должен, вернувшись в школу, подготовить к этому своих учеников. Вузы имеют право вводить по своему усмотрению дополнительный экзамен, но вряд ли какой из них решится на это, учитывая низкий спрос на педагогическое образование.

Рассматривая совокупность курсов по выбору как систему с определенными образовательными целями, соотнося их с образовательной программой в целом, можно получить механизм, позволяющий улучшить качество профессиональной подготовки учителя. Основными дидактическими целями при построении такой системы нужно считать:

- на младших курсах: ликвидация пробелов в знаниях по элементарной физике (в том числе развитие умений решать физические задачи из баз данных ЕГЭ) и создание устойчивой положительной мотивации к получению профессии учителя, своеобразный переход от восприятия себя «я – ученик» к восприятию «я – будущий учитель»;

- на старших курсах: углубление знаний предметного характера, знакомство с актуальными проблемами школьного физического образования, овладение современными педагогическими технологиями.

Таким образом, в образовательной программе должно идти параллельное изучение дисциплин по выбору как методического, так и предметного характера.

Кроме того, успешность подготовки учителя физики для современной школы обусловлена не только методологически и методически обоснованным подходом к отбору содержания образования, но и применяемыми образовательными технологиями, которые не только обеспечивают активность студентов в овладении знаниями и умениями, но и выступают образцами будущей профессиональной деятельности.

1. Трофимова Е.И. Проектирование информационных образовательных технологий профессиональной подготовки учителя физики: Монография. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, Волгоград, ВНПУ. 2004.

2. Подготовка будущего учителя к работе по федеральным государственным образовательным стандартам общего образования второго поколения: Монография /Под ред. Е.Н. Герасимовой. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. – 266 с.

ПРИНЦИП БИНАРНОСТИ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

Кашкарова Е.А., Ларченкова Л.А.
Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А. И. Герцена
kashkarova_ka@mail.ru, larludmila@yandex.ru

Важнейшим результатом обучения в ВУЗе, который главным образом сказывается на профессиональном становлении выпускника, является способность учиться, поскольку именно она определяет его возможности в послевузовском непрерывном образовании и которую соответственно он должен приобрести за время обучения. Сегодня считается, что научить учиться важнее, чем передать конкретный набор знаний, которые в наше время быстро устаревают. Ещё важнее сформировать способность самостоятельного добывания знаний, что гораздо труднее, так как она основана на творческом мышлении.

Поскольку в новом стандарте высшего профессионального педагогического образования требования ориентированы на фиксацию ожидаемых результатов и сформулированы на языке компетентностей, которые понимаются как приобретенные мотивированные способности, то чрезвычайно актуальными становятся проблемы отбора содержания дисциплин, организации обучения в рамках их освоения и разработки методов диагностики достижения результатов обучения, как промежуточных, так и итоговых.

Решение указанных проблем неразрывно связано с рядом противоречий.

Так, например, проблема отбора содержания обучения вытекает из противоречия между модульным построением учебных программ бакалавриата и необходимостью реализации принципа последовательности при изучении физики как базовой науки. С одной стороны, модульное построение позволяет приблизить обучение к реальной профессиональной деятельности, а с другой - заставляет уйти от логики учебного курса как проекции научной дисциплины, что требует тщательного определения объема академических знаний и их места в общей системе обучения.

Отбор академических знаний, необходимых для формирования профессиональных компетенций будущего учителя физики, также неоднозначен. Это связано с тем, что объем накопленных человечеством научных знаний очень велик, а конкретные знания быстро стареют. Что необходимо выбрать для будущей жизни? Очевидно, что изучению подлежат самые универсальные, т.е. самые общие представления и принципы. Но для их усвоения нужен большой массив конкретных примеров их применения в практической деятельности. Вопрос о том, каково должно быть их соотношение и сочетание в обучении конкретного специалиста, ожидает своего решения. Проблема нахождения оптимального баланса общего и частного очень ярко проявляется в обучении физике на всех уровнях физического образования. Традиционная система образования была рассчитана, прежде всего, на запоминание и воспроизведение полученной информации. Современная же парадигма теории обучения физике заключается в превращении учебного процесса в конкретную реализацию учебной модели научного исследования. В этом случае содержание физического образования смещается от чисто информационного в сторону методологического. Исследования последних десятилетий продемонстрировали эффективность методологического подхода в обучении физике для формирования у обучающихся как адекватных физических представлений, так и способа

мышления, обеспечивающего им возможность самостоятельно продолжать обучение, легко переключаться из одной сферы умственной деятельности в другую и т.д.

Еще одно противоречие связано с традиционным противопоставлением научной и практической, повседневной деятельности человека, откуда вытекает проблема обучения применению знаний в жизни, на практике, соотношению теоретического знания с предметной действительностью. Однако, в современных условиях представления о том, что именно является практически значимым, и тем более будет практически значимым через несколько лет, когда нынешние студенты начнут свою самостоятельную профессиональную деятельность, становятся еще более размытыми, чем ранее. В быстро меняющейся среде человеку все реже удается опереться на типовые поведенческие модели, нормой и залогом выживания становится исследовательское поведение и при добывании новых знаний, и при использовании уже имеющихся знаний и опыта предшественников.

При подготовке бакалавров в области физического образования кроме указанных проблем, характерных для новой системы педагогического образования в целом, отчетливо прослеживаются еще и специфические проблемы, отражающие особенности предметной подготовки и усиливающие указанные выше общие противоречия.

Так, например, актуальной является проблема сочетания общепедагогической подготовки и предметной подготовки по физике, их содержательного и временного согласования. На сегодняшний день, к сожалению, в нормативных документах она решается не в пользу физики. Считается, что в подготовке бакалавра в области физического образования главенствующую роль играют педагогические дисциплины, а изучение физики как науки, лежащей в основе школьного предмета, должно их дополнять. Кроме того, изучение некоторых методических дисциплин начинается еще до того, как студенты освоили курс общей физики, т.е. сначала изучаем «как учить», а уж потом «чему учить». Такое построение образовательной программы по нашему мнению является неудачным, так как не позволяет в полной мере использовать образовательный потенциал и методологические ресурсы физики как науки для развития обучающихся и формирования у них необходимых профессиональных компетенций. Ситуация усложняется еще и особенностями контингента абитуриентов, поступающих на факультет физики педагогического вуза. В своем большинстве это учащиеся, которые изучали физику в школе на базовом уровне, получили невысокий балл на ЕГЭ по физике, а значит, не имеют достаточно глубоких знаний по физике. Кроме того, расставляя приоритеты при поступлении, многие из них отдавали приоритет факультету физики педагогического вуза, что свидетельствует о невысокой мотивации и к изучению физики, и к получению профессии учителя физики.

Приблизиться к разрешению этой проблемы позволяет принцип бинарности (двойственности), который предполагает объединение общенаучной и методической, теоретической и практической линий в обучении студентов бакалавриата. Для того, чтобы студент мог успешно изучать физику в педвузе, он должен знать школьный курс физики. Но с другой стороны, курс физики в педвузе изучается, прежде всего, для того, чтобы студент в будущем мог успешно преподавать физику в школе. Значит, он должен хорошо знать школьный курс и как ученик, и как учитель, т.е. хорошо знать предмет преподавания и хорошо владеть методикой преподавания. Принцип бинарности предполагает, что функции учителя и ученика в процессе обучения не противопоставляются, поэтому студент одновременно вы-

стует и в роли обучающего, и в роли обучаемого, что позволяет ему освоить и необходимый объем знаний по предмету (современные научные истолкования основных понятий и фактов школьного курса физики), и хотя бы частично сформировать методические умения и навыки преподавания предмета [2].

Таким образом, отличительной особенностью модернизации отечественного педагогического образования в современных условиях должна стать интеграция фундаментальной подготовки по академическим дисциплинам и практикоориентированное построение профессиональных дисциплин. В этой связи в настоящее время перспективными считаются поиски возможностей задачного построения содержания обучения [3]. При этом термин «задача» трактуется в самом широком смысле и предполагается такое построение содержания, чтобы в процессе поиска решения учебно-профессиональной задачи у студента возникали вопросы, на которые невозможно ответить без изучения соответствующих источников (книг, журналов и др.). В этом случае студенты:

- работают над реальными задачами, а не над искусственными ситуациями;
- учатся не только у преподавателя, но и в процессе анализа реальных проблем, участвуя в их решении и обсуждении;
- работают с различными базами информации для выбора и принятия решений в контексте реальных ситуаций;
- учатся мыслить критически и принимать ответственность за выбор решения.

Изменение организации и технологии образовательного процесса неизбежно приводит к изменению методов оценки достигнутых результатов. В зарубежных университетах в качестве основных методов оценки компетентности обучающихся используют тестирование и различного вида письменные работы.

В ходе нашего исследования разрабатывалась система оценки профессиональной компетентности бакалавров физического образования на основе анализа решения совокупности профессиональных задач, в которой представлены задачи с развивающимися контекстами, изменяющимся содержанием практической задачи, и которая позволяет отслеживать подготовку студентов и по физике, и по методике обучения физике [1].

1. Кашкарова Е. А. Формирование и методика оценивания некоторых профессиональных компетенций у бакалавров физического образования // Письма в Эмиссия.Оффлайн (TheEmissia.OfflineLetters): электронный научный журнал. – Декабрь 2014, ART 2296. – СПб., 2014 г. – URL: <http://www.emissia.org/offline/2014/2296.htm>, ISSN 1997-8588. – Объем 0.5 п.л.

2. Кашкарова Е. А., Ларченкова Л. А. Специфика профессиональных компетенций и проблема их диагностики при подготовке бакалавров в области физического образования/ Физическое образование в ВУЗах. 2014. Т. 20. № 1. С. 12-17.

3. Тряпицына А.П. Современные тенденции развития качества педагогического образования/ Человек и образование, №3 (32), 2012. – с.4-10

ПОРТРЕТ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ В БЛИЖАЙШИЕ 20 ЛЕТ: МЕЧТЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Крысанова О.А.

Самара, Россия, ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет»
koassu@mail.ru

Интенсивное развитие глобальной информационной инфраструктуры и инновационных технологий, усложнение параметров и динамики изменений современного мира характеризуют становление нового общественного уклада – экономики знания, реализующейся посредством специфической производительной триады «знания, инновации и технологии» как базовых элементов экономического роста.

Важнейшей чертой перехода на инновационный путь развития во всех странах выступает формирование национальных инновационных систем (НИС) – сложной системы экономических субъектов и общественных институтов, участвующих в создании новых знаний, их хранении, распространении, превращении в новые технологии, продукты и услуги для общества.

На основе положений Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. в соответствии с Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» разработана Стратегия инновационного развития Российской Федерации (далее – Стратегия) на период до 2020 года, задающая долгосрочные ориентиры развития субъектам инновационной деятельности. В Стратегии отмечается, что при инновационном развитии различных секторов экономики к 2020 г. доля высокотехнологичных товаров и услуг России в общем их объеме на мировых рынках может достичь 5 – 10 % в таких областях, как: ядерные технологии, авиастроение, судостроение, программное обеспечение, вооружение и военная техника, образовательные услуги, космические услуги и производство ракетно-космической техники.

Выделение приоритетных областей физической науки (атомная и ядерная физика, физика твердого тела и материаловедение и др.) в аспекте их инновационного развития определяет особую роль физики как основы новых технологий, тем самым обосновывая значение инновационной подготовки как специалистов физического, технического, инженерного профилей, так и педагогических кадров в области физического образования. Высшей школе в этой системе отводится важная роль – подготовка высококвалифицированных специалистов, создание базы обмена информацией и знаниями – как структурного элемента инновационной системы в образовании.

Инновационная система в образовании понимается как совокупность государственных и негосударственных институтов, реализующих на федеральном, региональном и муниципальном уровнях программы разработки, распространения и освоения новшеств в целях повышения качества и эффективности образовательной деятельности [1, с. 13].

Как изменяются профессиональные функции учителя физики?

Какие новые профессиональные роли (позиции) он должен освоить?

Методическая деятельность учителя физики приобретает инновационный характер и можно говорить об инновационной методической деятельности учителя физики [2]. Отметим, что инновационность профессии учителя (не только физики) определяется не столько нормативными документами и «требованием времени», как самой сутью профессии – «выращивание личности» посредством предмета

(каждый раз «выращиваем» новые личности).

В настоящее время учитель физики – тренер по подготовке к ЕГЭ. Произошла подмена целей: с развития личности школьника посредством предмета – на подготовку к ЕГЭ. Хотя известны прописные методические истины: контроль (в любой форме) является предпоследним этапом (перед коррекцией) любого образовательного процесса. Поэтому «уходят на задний план» вопросы: что развивает физика у школьника, почему процент одаренных детей к старшей школе уменьшается (не только в области физики и математики), как развиваться учителю физики в профессиональном плане (развитие компетентности пока остается в большинстве случаев локальным педагогическим экспериментом) и т.д.

Согласно Атласу новых профессий в образовании будущего присутствуют: индивидуальные траектории обучения, дистанционные школы и университеты, игровые среды – онлайн и в дополненной реальности, электронные наставники. Соответственно, появляются новые профессии в сфере образования: модератор, разработчик образовательных траекторий, тьютор, организатор проектного обучения, координатор образовательной онлайн-платформы, ментор стартапов, игромастер, игропедагог, тренер по майнд-фитнесу (специалист, который разрабатывает программы развития индивидуальных когнитивных навыков с помощью специальных программ и устройств с учетом особенностей психотипа) и др. [2, с. 135 – 141].

Физика как предмет является универсальным средством образовательной деятельности, позволяющим как в содержательном (структура физических теорий, физическая картина мира), так и в процессуальном (решение различных видов и уровней физических задач) планах осуществлять подготовку будущих учителей физики к освоению новых профессиональных задач и ролей.

Соответственно, необходимо изменять/дополнять содержательную и процессуальную подготовку будущих учителей физики с точки зрения обозначенных новых профессиональных позиций:

- разрабатывать междисциплинарные программы обучения (особенно на стыке физики и технологий), создавая для будущих учителей физики основу для проектирования ими индивидуальной образовательной траектории школьника в области физики;

- проектировать профессиональный образовательный процесс в «задачно-проектном виде» (через систему профессионально-методических задач прогностического характера, ориентирующих будущего учителя физики в сфере развития физики как науки, так и в области физического образования).

Таким образом, портрет будущего учителя физики представляется в образе, например, тренера по майнд-фитнесу, который изучает своего ученика, измеряет прирост его способностей/качеств, тренируется вместе с ним в решении физических задач и, самое главное, развивая его, становится компетентным тренером сам.

Будет ли портрет изображать в ближайшие 20 лет реальность физического образования или останется мечтой-картинкой, зависит от всех субъектов образовательного процесса, от инновационной активности, которую мы еще только начинаем формировать.

1. Лазарев В.С. О национальной системе в образовании и задачах научного обеспечения ее развития // Педагогика. – 2010. – № 7. – С. 12 – 22.

2. Крысанова, О.А. Инновационная методическая деятельность учителя физики: теоретико-методологическое исследование: монография. М.: Прометей, 2012. 168 с.

МОДУЛЬНЫЙ КУРС «ИСТОРИЯ РАДИОФИЗИКИ» ДЛЯ МАГИСТРОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Кудрявцев В.В.

Россия, Москва, Издательский центр «Вентана-Граф»

kudV-V@yandex.ru

Стремительный взлет физической науки и инженерной мысли в конце XX — начале XXI вв., их усиливающееся взаимодействие свидетельствуют об успешной эволюции магистральных научных направлений современной физики. Поэтому при изучении в вузе традиционного курса истории физики, полезно рассмотреть также развитие важнейших направлений современной науки [1]. Однако при этом перед преподавателями встает серьезный вопрос о выборе учебных материалов по истории современной физики. Его легче осуществить, разделив курс на самостоятельные учебные модули. Тематику таких модулей логично выбирать исходя из интеграции образования и научных исследований, проводимых на кафедрах вуза (в соответствии с положениями Болонского процесса). Так, на факультете физики и информационных технологий МПГУ в Учебно-научном радиофизическом центре исследуются актуальные проблемы радиофизики [2]. Естественно, что для студентов и аспирантов факультета, а также для студентов других вузов подобного профиля представляет значительный интерес изучение истории развития радиофизики, научного наследия ее выдающихся творцов, деятельности радиофизических научных школ и, конечно же, современных радиофизических проблем. При этом модульный курс «История радиофизики» может реально дополнить основной курс радиофизики, расширяя знания студентов в области истории этой науки, раскрывая ее межпредметные связи и методологические аспекты.

Предлагаемый курс реализуется в виде мультимедийных лекций. Методика изложения учебных материалов с их помощью достаточно хорошо разработана и активно используется в учебном процессе [3]. Наибольшие затруднения вызывает отбор исторического материала. Такой отбор реализован, например, в двухтомном учебном пособии: «Избранные вопросы истории радиофизики. Том I» [4] и «Избранные вопросы истории радиофизики. Том II. Современные достижения» [5]. На их основе и конструируется содержание учебного курса по радиофизике, которое условно можно представить в виде двух разделов (тематических блоков): «Зарождение и развитие радиофизики» и «Достижения современной радиофизики».

Первый раздел курса посвящен научным биографиям ученых, внесших решающий вклад в зарождение и развитие радиофизики и удостоенных за свои достижения Нобелевской премии. Рассказывается также о научной деятельности российских радиофизиков, удостоенных и не удостоенных этой премии, об исторических этапах развития магистральных направлений радиофизических исследований.

Традиционно под радиофизикой понимают раздел физики, в котором изучают физические основы радиотехники и электротехники, в том числе физические процессы, связанные с электромагнитными колебаниями в радиодиапазоне. Однако в силу стремительной дифференциации радиофизической науки и активной экспансии ее методов в другие области науки и техники сегодня принята более общая трактовка этой дисциплины. Академик РАН А.В. Гапонов-Грехов характеризует

предмет современной радиофизики следующим образом. «Это — наука о колебаниях и волнах разной физической природы. Она включает в себя возбуждение колебаний и волн в неравновесных средах и системах, их излучение и распространение, взаимодействие со средой, регистрацию и обработку колебательных и волновых сигналов. Радиофизика исследует колебания и волны разной физической природы: электромагнитные, звуковые, сейсмические, гравитационные и т. д.»

В связи с этим во втором разделе курса рассматриваются современные достижения в некоторых магистральном направлениях радиофизических исследований (радиотехнике, квантовой электронике, радиоастрономии), а также в лазерной спектроскопии, в физике и технике терагерцового излучения. Значительное внимание уделено обсуждению научных результатов, полученных радиофизической научной школой кафедры общей и экспериментальной физики МПГУ.

В результате освоения модульного курса студент должен:

знать:

- исторические этапы развития и фундаментальные достижения магистральных направлений радиофизических исследований (радиотехники, квантовой электроники и радиоастрономии), физики и техники терагерцового излучения, лазерной спектроскопии;
- исторические этапы становления отечественной радиофизики (от первых радиофизических центров до крупнейших научных школ);
- научные биографии творцов радиофизики;
- фундаментальные эксперименты, оказавшие основополагающее влияние на развитие радиофизики;
- практические применения радиофизических идей, методов, устройств (в технике, медицине, астрономии, оборонных технологиях и т. д.);
- научно-технический и социокультурный аспекты радиофизики для формирования современного научного стиля мышления, представлений о современной физической картине мира, для понимания места и роли радиофизики в развитии человеческой цивилизации в XXI в;

уметь:

- работать с различными источниками информации в сети Интернет, с учебной, научно-популярной и справочной литературой для поиска историко-физических материалов, расширяющих представления о зарождении и развитии радиофизики, применении ее методов;
- создавать реферативные работы и компьютерные презентации, посвященные истории радиофизики и ее важнейших направлений, биографиям выдающихся ученых-радиофизиков.

владеть:

- навыками оперирования основными понятиями радиофизики;
- навыками выступления с творческими работами (рефератами, компьютерными презентациями) на семинарских занятиях.

Отметим, что радиофизика является сугубо нелинейной дисциплиной и, поэтому при ее изучении у студентов формируются представления о нелинейности как о важнейшем атрибуте современной фундаментальной науки.

Модульный курс предназначен для обучения магистров по направлениям подготовки 511500 Радиофизика и 011200 Физика. Его можно использовать также и для обучения по направлению 050100 Педагогическое образование (квалификация «магистр») при подготовке будущих учителей к осуществлению исторического

подхода к преподаванию физики в школе. При этом представленный в модульном курсе материал можно изучать (в зависимости от учебных целей) в классах с углубленным изучением физики, применять в проектной и учебно-исследовательской деятельности, при подготовке тематических конференций, при чтении спецкурсов по физике и ее истории в педагогических вузах.

1. Михайлишина Г.Ф., Ильин В.А., Кудрявцев В.В. История современности — неотъемлемая часть истории физики // История науки и техники. — 2010. — № 7. — С. 10–17.

2. Кудрявцев В.В., Гольцман Г.Н., Ильин В.А. Радиофизика в истории МПГУ // История науки и техники. — 2009. — № 9. — С. 10–23.

3. Руснак А.И. История и методология физики как инновационная учебная дисциплина в вузе // История науки и техники. — 2013. — № 5. — С. 13–24.

4. Кудрявцев В.В., Ильин В.А. Избранные вопросы истории радиофизики. Т. I. — М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2011.

5. Кудрявцев В.В., Ильин В.А. Избранные вопросы истории радиофизики. Т. II. Современные достижения. — М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2014.

КОМПЕТЕНЦИИ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ОСНОВНОГО И СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кузнецова О.В.

Рязань, Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина
o.kuznetsova@rsu.edu.ru

Согласно Федеральному закону от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1] в статье 10 определяются «возможность реализации права на образование в течение всей жизни (непрерывное образование)», а также «условия для непрерывного образования посредством реализации основных образовательных программ и различных дополнительных образовательных программ». Особая роль отведена педагогам, реализующим принципы государственной политики по достижению целей образования. Для них так же предусмотрены и условия для творческого роста, повышения квалификации и своевременной переподготовки на всех уровнях образования.

Сегодня от современного педагога требуется организовать учебный процесс таким образом, чтобы усвоение теоретического материала происходило на высоком уровне, велись научные исследования, осваивались новые технологии и информационные системы, воспитывались у обучающихся духовность и нравственность, готовность к повышению квалификации. Педагог несет ответственность за качество обучения и воспитания детей и молодежи.

Кроме того, с 2015 года современная педагогическая практика подвергается двойной оценке на соответствие требованиям к осуществлению трудовой деятельности и компетентности педагога. Первым нормативным документом является профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» от 18.10.2013 г. № 544н [2], который применяется работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, заключении трудовых договоров, разработке должностных инструкций и установлении систем оплаты труда. Действующий в настоящий момент «Порядок аттестации педагогических работников государственных

и муниципальных образовательных учреждений» от 2010 г. [3] направлен на выявление уровня квалификации педагогических работников с целью подтверждения ответственности занимаемой должности.

Анализ указанных нормативных документов показал на необходимость установления связи (табл. 1) между необходимыми умениями, которыми должен обладать учитель физики, который занимается «педагогической деятельностью по реализации программ основного и среднего общего образования» и теми компетенциями, которые оцениваются в ходе его аттестации на первую и высшую категорию.

Таблица 1. Сравнение компетенций и необходимых умений учителя физики

Компетенции, оцениваемые при аттестации учителя физики на первую и высшую категорию	Необходимые умения для занятия педагогической деятельностью по реализации программ основного и среднего общего образования
<i>компетентность в области мотивации учебной деятельности (умение создавать ситуации, обеспечивающие успех в учебной деятельности, умение создавать условия обеспечения позитивной мотивации обучающихся, умения создавать условия для самомотивирования обучающихся);</i>	<ul style="list-style-type: none"> – организовать самостоятельную деятельность обучающихся, в том числе исследовательскую – разрабатывать и реализовывать проблемное обучение, осуществлять связь обучения по предмету (курсу, программе) с практикой, обсуждать с обучающимися актуальные события современности
<i>компетентность в области обеспечения информационной основы деятельности (компетентность в методах преподавания, компетентность в предмете преподавания, компетентность в субъективных условиях деятельности);</i>	<ul style="list-style-type: none"> – применять современные образовательные технологии, включая информационные, а также цифровые образовательные ресурсы – проводить учебные занятия, опираясь на достижения в области педагогической и психологической наук, возрастной физиологии и школьной гигиены, а также современных информационных технологий и методик обучения – владеть основами работы с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, мультимедийным оборудованием
<i>компетентность в области разработки программ деятельности и принятия педагогических решений (умение выбрать и реализовать образовательную программу, умение разработать собственные программы, методические и дидактические материалы, умение принимать решения в педагогических ситуациях);</i>	<ul style="list-style-type: none"> – планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой – разрабатывать рабочую программу по предмету, курсу на основе примерных основных общеобразовательных программ и обеспечивать ее выполнение – использовать разнообразные формы, приемы, методы и средства обучения, в том числе по индивидуальным учебным планам, ускоренным курсам в рамках федеральных государственных образовательных стандартов основного общего образования и среднего общего образования – владеть методами убеждения, аргументации своей позиции

<p><i>компетентность в области организации учебной деятельности</i> (умение устанавливать субъект-субъектные отношения, умение организовывать учебную деятельность обучающихся, умение реализовывать педагогическое оценивание)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – осуществлять контрольно-оценочную деятельность в образовательном процессе – использовать современные способы оценивания в условиях информационно-коммуникационных технологий (ведение электронных форм документации, в том числе электронного журнала и дневников обучающихся) – устанавливать контакты с обучающимися разного возраста и их родителями (законными представителями), другими педагогическими и иными работниками – владеть технологиями диагностики причин конфликтных ситуаций, их профилактики и разрешения
---	--

Выявленные связи показывают на соответствие и взаимодополнение указанных документов, однако следует обратить внимание, что в профессиональном стандарте большое внимание уделяется психолого-педагогическим, этическим, правовым аспектам деятельности, применение в практике современных педагогических технологий компетентностного подхода с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся, в том числе в условиях инклюзивного образования, а также повышение значимости поликультурного, дифференцированного и развивающего обучения.

Новый профессиональный стандарт определил необходимость в педагогах, как глубоко владеющих психолого-педагогическими знаниями и понимающих особенности развития школьников, так и являющихся профессионалами в других областях деятельности, способных помочь ребятам найти себя в будущем, стать самостоятельными, творческими и уверенными в себе людьми. Чуткие, внимательные и восприимчивые к интересам школьников, открытые ко всему новому учителя – ключевая фигура современной школы. В школу должны прийти новые поколения учителей, любящие и умеющие работать с детьми. Поэтому, эффективные способы и опыт работы лучших учителей-новаторов должны находить распространение в системе подготовки, переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров. Это означает, что педагогическую практику будущих учителей – сегодняшних студентов педагогических вузов и стажировку уже работающих педагогов важно проводить на базе образовательных учреждений, имеющих положительные результаты реализации инновационных образовательных программ. Такое обучение – «обучение действием» должно войти в практику подготовки и профессионального совершенствования учителей. Образовательные программы переподготовки и повышения квалификации должны строиться по модульному принципу, который позволяет гибко изменяться в зависимости не только от интересов педагогов, но и образовательных потребностей учащихся.

С 2010 года в Рязанском регионе при Рязанском институте развития образования, Информационно-диагностическом методическом центре, институте непрерывного образования РГУ имени С.А. Есенина проводятся курсы повышения квалификации учителей физики, целью которых является формирование указанных компетентностей учителя физики. Курсы «Формирование компетентностного подхода в работе учителя физики», «Инновации в преподавании физики в школе», «Оценка компетенций учителя и ученика» и «Современная ситуация и заказ обще-

ства школе (по стандарту II поколения)», «Эффективные подходы к реализации ФГОС на уроках физики в средней школе», «Современные подходы к оценке результатов обучения школьников по физике согласно требованиям ФГОС» и др. знакомят учителей с требованиями ФГОС, инновационными методиками преподавания и методами диагностики компетенций учащихся и результатов их обучения. Занятия с учителями проводятся в виде лекций, семинаров, и обязательно предусматривается самостоятельная работа. Причем во время занятий используются активные и интерактивные формы: тренинги; круглый стол; конференция, научно-исследовательская работа, кейс-методы, мозговой штурм, мастер класс. На курсах предусматриваются такие виды отчетности как: зачет, разработка инновационного проекта, написание отчеты, публикации, доклады. По окончании курсов учителям выдаются удостоверения государственного образца о повышении квалификации.

В результате прохождения указанных курсов повышения квалификации учителя физики получают необходимые знания и умения для осуществления инновационной образовательной деятельности: реализация ФГОС нового поколения, проектирование и реализация индивидуальных образовательных программ учащихся с использованием современных образовательных технологий, сопровождение развития личности детей в образовательном процессе, осуществление мониторинга достижений учеников, их компетенций и способностей, разработка собственных учебных программ и учебно-методических комплексов, применение на практике современные личностно и компетентностно ориентированные технологии с учетом возрастных и социально-психологических особенностей обучающихся.

1. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 03.02.2014). – Режим доступа : <http://www.pravo.gov.ru/>

2. Профессиональный стандарт. Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании). Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н, г. Москва. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/12/18/pedag0g-d0k.html>.

3. Письмо Министерства образования и науки РФ от 29 ноября 2010 г. № 03-339 «О методике оценки уровня квалификации педагогических работников». – Режим доступа : <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/55070066/#ixzz3P4FPv9XM>

ПРИНЦИП ПРЕЕМСТВЕННОСТИ В ПОДГОТОВКЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В КЛАССИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Ланкина М.П.

Омск, Россия, Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского
margarita_lankin@mail.ru

В связи тем, что Министерство образования и науки РФ отменило дополнительные образовательные программы «Преподаватель» и «Преподаватель высшей школы», классические университеты перешли на основные образовательные программы по направлениям 050100 Педагогические науки (бакалавриат, магистратура) и 44.06.01 Образование и педагогические науки (аспирантура). Кроме того, согласно ФГОС ВО выпускникам аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия должна присваиваться квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Предполагаемые места работы выпускников физических факультетов университетов, обучавшихся по программам педагогических направлений, – кафедры фи-

зики вузов и физико-математические школы. Поэтому преподаватель физики после окончания классического университета должен быть готов обучать будущих физиков и/или инженеров – школьников и студентов. Иначе, модель подготовки преподавателей физики содержательно и функционально должна быть подчинена модели подготовки физика и/или инженера. Таким образом, с содержательно-функциональных позиций новая структура подготовки преподавателей физики в классическом университете является преемницей прежней структуры (специалист или бакалавр с дополнительной квалификацией «Преподаватель»; магистрант/аспирант с дополнительной квалификацией «Преподаватель высшей школы»).

Необходимо также рассмотреть процесс обучения и как изменение состояния субъекта образования во времени. Поэтому следующая модель – *уровневая* модель непрерывного физического образования – основана на связи преобразования как проявлении *причинно-следственной* связи [1]. Уточним ранее предложенную нами уровневую модель с учетом новой структуры высшего профессионального образования. Обозначим четыре последовательных уровня образования: общее среднее (I), высшее профессиональное (II), послевузовское образование (III) и самообразование (IV). Каждому из них соответствует своя модель субъекта образования: I – модель учащегося физико-математической школы; II – модель студента-педагога (бакалавра, магистранта), затем аспиранта физического факультета; III – модель преподавателя физики, слушателя курсов повышения квалификации или программы переподготовки; IV – модель научного руководителя, специалиста с наиболее высоко развитыми гностическими, проектировочными, конструкторскими, организационными и коммуникативными умениями. Последовательность всех этих моделей отражает изменение субъекта по мере продвижения по уровням образования, что позволяет сформулировать *закономерность преемственности: на каждом уровне образования результаты обучения и развития субъекта обусловлены его достижениями на предыдущих уровнях.*

С названной закономерностью связан принцип *непрерывности и преемственности* развития объекта моделирования, который ориентирует нас на выделение в содержании моделей субъектов образования на всех ступенях образования «общего поля», *инварианта*, включающего в себя ключевые компетенции исследователя. В частности, в инвариант входят когнитивные ключевые компетенции, к которым относятся способности к самостоятельному мышлению и учению, анализу, синтезу, творческие способности, способности к переносу знаний и умений из одного вида профессиональной деятельности в другой, способности к решению проблем, критическое мышление.

Для получения научного знания о формировании когнитивных ключевых компетенций применяется моделирование этого процесса, а для перевода построенной модели в практическую область в моделировании неизбежно приходится применять аналитико-синтетические процедуры. В первом («линейном») приближении проводится поэтапный анализ: ключевые компетенции выпускника университета делятся на виды; затем определяется структура каждой компетенции (например, структура логических и эвристических приемов как когнитивных ключевых компетенций); после этого определяются принципы, условия и средства организации формирования соответствующего мыслительного приема. Затем проводится поэтапный синтез: интегрируются частные условия и средства организации образовательного процесса с целью формирования комплекса ключевых компетенций выпускника.

Разные компетенции исследователя могут формироваться на разных основаниях: в частности, логические и эвристические приемы мышления как элементы профессиональных компетенций могут формироваться на основании теории планомерно-поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина. Способность к рефлексии формируется с применением рефлексивных технологий обучения и в ходе выполнения специально сконструированных образующих заданий (с нарушением системных требований, на построение алгоритма деятельности, выявление и конструирование моделей в собственном научном исследовании по физике и др.) [2].

Далее процесс моделирования продолжается с понижением уровня общности и заканчивается конструированием единичных объектов – конкретных педагогических ситуаций и конкретных задач.

Модель подготовки преподавателя физики в классическом университете содержит фундаментальную и прикладную составляющие. К фундаментальной составляющей относятся, прежде всего, общий и теоретический курсы физики, а также математические дисциплины. К прикладной составляющей – психолого-педагогические и методические дисциплины и практики. Объем фундаментальной составляющей в классических университетах больше, чем в педагогических вузах. Физика представляет собой научную область «сильной гносеологической версии» с развитой, сложившейся структурой научного знания и научного исследования как деятельности. В области физики субъект отделен и от объекта исследования, и от инструментария исследования – т.е. результат познания слабо зависит от познающего субъекта как носителя определенного исторического типа культуры. Компетентностный подход, принятый в последних поколениях ФГОС, предполагает, что в новой модели выпускника должен быть активно задействован личностный слой познавательной деятельности наряду с остальными (предметным, операциональным, рефлексивным). Одна из теоретико-методологических проблем применения компетентностного подхода в обучении физике студентов вузов возникает в связи с тем, что личностный слой не допускает прямого воздействия, управляемого формирования, а уровень его развития не может быть непосредственно измерен. Поэтому внедрение компетентностного подхода в обучение физике в вузах имеет внешний и несколько искусственный характер. По-другому дела обстоят с обучением будущих преподавателей гуманитарным и прикладным дисциплинам, например, педагогике и методике обучения физике. В этих случаях компетентностный подход лучше интегрируется с содержанием обучения, которое позволяет конструировать квазипрофессиональные ситуации, деловые игры, и адекватный фонд оценочных средств для итоговой аттестации.

Что касается обучения физике в технических вузах, то лишь ограниченное количество тем курса физики позволяют сконструировать профессионально ориентированные задания, которые способны выполнить студенты младших курсов. Будущих преподавателей физики технических вузов необходимо обучать конструированию таких заданий.

Анализ состояния проблемы применения компетентностного подхода к проектированию образовательного процесса вуза приводит нас к выводу, что в этом случае результаты обучения можно оценивать лишь качественно, применяя метод экспертных оценок на последних этапах обучения, сформулировать цель обучения диагностично не представляется возможным. Количественной оценке поддаются только отдельные элементы структуры требуемых компетенций, которые удается

сопоставить с предметным, операциональным и рефлексивным слоями познавательной деятельности.

Таким образом, преемственность в содержательно-функциональном и эволюционном аспектах проявляется прежде всего в фундаментальной составляющей подготовки преподавателей физики в классических университетах.

1. Ланкина, М.П. Теория и практика подготовки преподавателей физики в классическом университете: монография /М.П. Ланкина. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 160 с.

2. Ланкина, М.П. Активизация умственной деятельности учащихся: моделирование обучения физике: монография /М.П. Ланкина, Н.Г. Эйсмонт, Ю.П. Дубенский. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2013. -148 с.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К РЕАЛИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ

Лебедева О.В., Гребенев И.В.

Нижний Новгород, Россия, Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского

Lebedeva@phys.unn.ru

Школьное образование в настоящее время испытывает серьезные изменения в связи с введением новых образовательных стандартов, методологическую основу которых составляет системно-деятельностный подход. Любые инновации в школе возможны только в том случае, если к их внедрению в практику готов учитель. Эта готовность включает в себя, в первую очередь, наличие разработанной педагогической теории, доведенной её разработчиками до уровня методических материалов, могущих быть воспринятыми и реализованными учителем в контексте своего предмета, средствами методики своего предмета. Учитель не может и не должен заниматься переработкой общих концептуальных посылов и педагогических идей и доведения их до контекста своего предмета.

Для обеспечения реализации требований Стандарта и успешного достижения обучающимися планируемых результатов освоения программ у учителя должны быть сформированы основные компетенции, в том числе «организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта» [1]. Однако анализ сложившейся в современном школьном образовании ситуации показывает, что многие учителя, в силу указанных выше причин, испытывают значительные затруднения в проектировании и организации исследовательской деятельности учащихся (ИДУ). Поэтому первоочередной задачей является создание теоретических основ проектирования и организации ИДУ в учебном процессе, в частности, требуется разработка методической системы исследовательского обучения в школе, в рамках которой определяются содержательные и процессуальные аспекты подготовки учителя к реализации исследовательского обучения конкретным предметам, в нашем примере – физике.

Теоретические основания проектирования и организации ИДУ в учебном процессе представлены нами в работе [2], в которой выделены принципы, включающие как общедидактические нормы, так и специфические для методики предмета; определены закономерности организации исследовательского обучения в школе. Эти положения образуют теоретический блок, ядро нашей концепции про-

ектирования и организации ИДУ в учебном процессе, на основе которого формулируется прикладной блок концепции. Сосредоточимся на такой важнейшей закономерности как *необходимость дидактического проектирования исследовательской деятельности*, предполагающую закономерную связь отобранного содержания, методов обучения и форм его организации с уровнем проектируемой ИДУ, и обсудим следствия из неё. Практическая реализация этой закономерности, во-первых, накладывает на преподавателя весьма серьезные требования к его научной, предметной подготовке, во-вторых, требует владения аппаратом дидактики физики и, в-третьих, конкретно-методической подготовки в части специфических приемов и методов методики физики. Все это должно быть реализовано учителем в ходе решения новой для него методической задачи с неизвестным ответом, т.е. реализовано на творческом уровне.

Поэтому в прикладном блоке нашей концепции описана модель проектирования и организации исследовательской деятельности, которая включает в себя алгоритм анализа и отбора содержания для организации ИДУ, процедуры выбора уровня самостоятельности учащихся в организуемой деятельности, и, соответственно, выбор методов, форм и средств обучения. Разработанная модель переведена на уровень методики организации ИДУ в учебном процессе по физике, адресована учителю, и реализуется им с учетом конкретной дидактической ситуации [3].

Однако предложенная модель является не более чем предписанием, и доступна для реализации учителю с определенным набором компетенций, прошедшим, как следует из приведенной выше цитаты, целенаправленную подготовку. Поэтому требуется определить этот набор компетенций, уровень их сформированности, и спроектировать соответствующую методическую систему подготовки преподавателя в вузе, или повышения его квалификации в соответствующей системе.

Разработанная модель проектирования и организации ИДУ позволяет определить содержательные и процессуальные аспекты подготовки учителя к реализации исследовательского обучения. В работе [4] нами была представлена общая структура профессиональной компетентности учителя, в которой выделено четыре составляющих: научно-теоретическая, методическая и психолого-педагогическая компетентность, профессиональная позиция учителя. В применении к задаче успешной реализации (ИДУ) в учебном процессе необходима детализация этой структуры, с указанием определенного уровня развития всех составляющих профессиональной компетентности учителя.

В работе [5] нами представлена конкретизированная структура профессиональной компетентности (ПК) и содержание подготовки учителя физики к организации ИДУ в учебном процессе по каждой составляющей профессиональной компетентности. В таблице 1 в качестве примера приведено содержание подготовки учителя физики к организации ИДУ в учебном процессе по одной из составляющих ПК – методической.

Таблица 1. Содержание методической подготовки учителя физики к организации ИДУ в учебном процессе

компонент ПК	содержание подготовки
Проектировочная	Знание алгоритма конструирования учебного процесса по физике с организацией ИДУ. Умение на основе теоретического анализа содержания обучения выделить то содержание, на котором возможна организация ИДУ (элементов ИДУ), возможный уровень самостоятельности учащихся в организуемой ИДУ; из соотношения самостоятельной работы и деятельности под руководством учителя осуществить выбор ведущего метода обучения; определить роль групповой и фронтальной формы обучения в организуемой ИДУ, исходя из поставленной учебной задачи. Умение создать проблемную ситуацию, подвести учащихся к формулировке исследовательской задачи, выделить вариативные исследовательские задания (при организации дифференцированного учебного процесса в группах), организовать обсуждение результатов исследования с экспертизой со стороны самих учащихся, подвести к формулировке выводов, обобщений.
Частно-методическая (специфические методы и приемы обучения)	Умение планировать все виды школьного физического эксперимента в организации ИДУ, определять роль эксперимента в учебном исследовании (как источник проблемной ситуации, накопление эмпирических фактов для формулировки гипотезы, экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы)
Диагностическая	Исследовательские умения как объекты диагностики, критерии их достижения; выбор форм, методов, средств диагностики, исходя из общей логики конструирования учебного процесса; использование результатов диагностики для внесения корректив в учебный процесс, организации вариативного учебного процесса

Поскольку методика организации исследовательской деятельности учащихся является контекстно-зависимой, определяется на основе содержания научных основ и основных методов исследования, характерных для изучаемой дисциплины, это неминуемо отражается и в тех требованиях, которые предъявляются к учителю. Две составляющие ПК из четырех являются универсальными, т.е. их можно отнести к любому учителю-предметнику: психолого-педагогическая составляющая и профессиональная позиция учителя. Две другие – научно-теоретическая и методическая – во многом зависят от специфики преподаваемой дисциплины.

Подготовка учителей к реализации разработанной модели организации ИДУ в учебном процессе строится на соблюдении принципа последовательного перехода от теоретических моделей к проектам деятельности, а затем к конструированию учебного процесса и воплощению разработанной конструкции на практике, предложенного В.В. Краевским [6].

На первом этапе учителю предъявляется модель организации исследовательской деятельности в учебном процессе, примеры ее применения в конкретной дидактической ситуации. На основе предложенной модели организации выполняется следующий этап – педагогическое проектирование, в процессе которого препода-

ватели осваивают умения отбирать содержание для организации исследовательской деятельности, определять возможную степень самостоятельности учащихся в его реализации, и соответствующие формы и методы обучения на уроке. Разработанные проекты условны, т.к. разработаны для ситуации с заданными условиями: состав ученического коллектива, уровень развития умений учащихся, необходимых для реализации исследования (общеучебных, предметных, исследовательских), учебно-методический комплекс, по которому реализуется обучение физике и т.п. Наконец, развитие компетентности преподавателей происходит в процессе применения приобретенных знаний и умений в профессиональной деятельности, т.е. в ходе активной педагогической практики студента, или в ходе преподавательской деятельности практикующего учителя, когда разработанные проекты воплощаются в конструкции реальных уроков.

Разработанную последовательность этапов подготовки можно использовать как в вузе при подготовке будущих учителей, так и в системе повышения квалификации.

1. Федеральные государственные стандарты среднего (полного) общего образования <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?catalogid=4100> (дата обращения: 10.12.2014)

2. Лебедева О.В., Гребенев И.В. Проектирование и организация исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе // Педагогика, 2013. - № 8. – С. 52-58.

3. Лебедева О.В., Гребенев И.В. Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла: Учеб.-метод. пособие. Н. Новгород, 2014. – 219 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/posobie_po_ID.pdf

4. Гребенев И.В., Лебедева О.В. Теоретические основания развития методической компетентности учителя // Вестник ННГУ, 2007. - № 4. С. 21 – 25

5. Лебедева О.В. Подготовка учителя к организации исследовательской деятельности учащихся на уроках физики // Школа будущего, 2012. - № 3. – С. 50 – 55.

6. Высотская С.И., Краевский В.В. Дидактические основания конструирования процесса обучения // Новые исследования в педагогических науках. М.: Педагогика. 1986, № 1 (47). С.36-40.

НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В 5-6 КЛАССЕ

Масленникова Ю.В.

Нижний Новгород, ННГУ им. Н.И.Лобачевского

gimn2nnov@rambler.ru

В настоящее время формирование знаний, предусмотренных программой по физике, неразрывно связано с целенаправленным формированием методологической основы познания, «формированием у обучающихся основ культуры исследовательской и проектной деятельности» [1]. Согласно многочисленным исследованиям психологов и педагогов [2-4], а также результатам международного исследования качества математического и естественнонаучного образования TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), наибольший интерес к естественнонаучным знаниям и способам их получения проявляют учащиеся 10 - 11 лет [5]. В этой связи нами разработан пропедевтический курс «Мир природы. Экспериментальная физика» (5 - 6 класс), который в большей степени направлен на «освоение деятельности, а не усвоение элементов содержания» [6]. Он насыщен фронтальным экспериментом, а, главное, имеет большой резерв времени, позволяющий обсуждать на уроке ход и результаты эксперимента, что, как показывает

практика, не удаётся сделать на уроках в 7-9 классах. Стимулом развития интереса к физике и формирования методологической культуры является возможность видеть новые, более глубокие стороны в наблюдаемых явлениях. Как отмечал К.Д.Ушинский: «внутренняя занимательность преподавания основана на том законе, что мы внимательны ко всему тому, что ново для нас, но не настолько ново, чтобы быть совершенно незнакомым и потому непонятным; новое должно дополнять, развивать или противоречить старому, словом, быть интересным, благодаря чему оно может войти в любую ассоциацию с тем, что уже известно» [7].

Процесс обучения – это опосредованный процесс познания. Если научное познание предполагает раскрытие объективно новых связей и закономерностей, то процесс обучения – лишь субъективно новых. Однако ученическое «открытие» – это всегда «скачок» в умственном развитии [8]

В основе научного метода познания в физике лежит эксперимент. Однако цели и задачи постановки учащимися экспериментов в 5 и 7 классе существенно отличаются. Приведём пример, иллюстрирующий, процесс расширения содержания и развития понятий, доступных учащимся соответствующего возраста. Умело поставленные в ходе предварительной беседы с пятиклассниками вопросы помогут актуализации уже известных им знаний и позволят подготовить почву для дальнейших выводов. Например, материал, связанный с изучением условия плавания тел, должен опираться на знания учащихся о плотности вещества, полученные в начале изучения курса, а также их наблюдения в обыденной жизни. Новое знание формируется в ходе экспериментальной деятельности при анализе соотношения плотности тела (в том числе и несплошного) и плотности жидкости. На этом при изучении данной темы в 5 классе, следует остановиться. Полученные знания закрепляются различными вариантами постановки эксперимента. В начале занятия анализируется поведение сплошных тел малой плотности (кусочков древесины и пробки) и тел большой плотности (металл и пластилин), по сравнению с плотностью воды. Затем ставится проблема: «Почему не тонут огромные корабли, изготовленные из металла?». Известное наблюдение позволит провести другой эксперимент, для которого имеется необходимый материал – пластилин. Учащиеся, которые догадались, что из него можно изготовить лодочку, подтвердят свою гипотезу о том, что тело должно быть несплошное. Закрепить знания позволяют эксперименты со скрепляемыми полусферами (для опыта вполне подойдут элементы от игрушки «киндер – сюрприз»). Практика показывает, что учащиеся приводят множество примеров того как заставить данную конструкцию плавать или тонуть. Например, зачерпнуть немного воды, наполнить водой целиком, разместив созданную конструкцию под водой, положить внутрь пластмассовый шарик, стальной шарик, пластилин, прикрепить пластилин снаружи и т. д. Пластмассовый шарик можно подобрать из материала такой плотности, чтобы конструкция плавала, практически полностью погрузившись в воду. Это позволит перейти ко второму этапу исследований, изменив плотность жидкости. Учащихся неизменно увлекают эксперименты с солёной водой различной плотности и картофелем, которые легко воспроизвести в домашних условиях. Хорошим закреплением, полученных знаний будет обсуждение вопроса о том, как и почему плавает человек, рыба, подводная лодка, почему удерживается на поверхности воды водяной гиацинт. В пособии [9] приводятся интересные рисунки-ассоциации, которые учащиеся по примеру приведённых в книге могут придумать сами и нарисовать или составить небольшую презентацию, включив в неё фотографии своих экспериментов. Опыт работы учителей Нижегород-

ских школ, гимназий и лицеев говорит о том, что подобного экспериментальная деятельность может быть организована и в 3-4 классах начальной школы [10].

В 7 классе рассматривается динамическая сторона вопроса, причины возникновения выталкивающей силы. В ходе выполнения двух лабораторных работ закрепляются знания о соотношении силы тяжести, действующей на тело, выталкивающей силы и веса вытесняемой телом жидкости. Ознакомление учащихся с историей открытия закона Архимеда не только повышает интерес учащихся к изучаемой проблеме, но и способствует накоплению методологических знаний, так как закон Архимеда – первый, экспериментально установленный и математически обоснованный закон физики [11].

При изучении факультативного курса «Экспериментальное естествознание», дополняющего и расширяющего основной курс физики 7 класса, учащимся предлагаются творческие экспериментальные задачи, которые позволяют закрепить приобретённые исследовательские навыки. Например: Определите плотность древесины, имея узкий цилиндрический сосуд, деревянный цилиндр и линейку.

В качестве узкого цилиндрического сосуда можно выбрать мензурку. Тогда линейка не понадобится. Если сосуд широкий, то тело может быть выбрано в виде параллелепипеда. Если найдётся сосуд прямоугольного сечения, тело может быть любой формы, так как можно рассчитать объём вытесненной воды

Для контроля способов освоения деятельности, включающей элементы исследовательской, нами разработаны практикоориентированные тесты, содержащие мысленные эксперименты учащихся. Приведём вопрос (рис.1), который предлагался семиклассникам, изучавшим пропедевтический курс (экспериментальная группа) и семиклассникам контрольной группы.

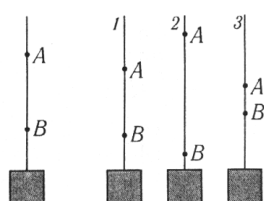


Рис. 1

Груз прикреплен к резиновому жгуту (A и B – точки на жгуте). Какое положение точек A и B соответствует погружению груза в воду?

а) 1 б) 2 в) 3 г) все результаты изображены неверно

90% семиклассников контрольной группы выбирали любой из трёх первых ответов, видимо не разобравшись в ситуации и не понимая, что резиновый образец будет сокращаться по всей длине. Тогда как 75% учащихся экспериментальной группы – выбирали верный ответ г, что говорит о том, что умение анализировать ситуацию и навыки исследовательской деятельности у учащихся контрольной группы сформированы недостаточно и потребуются дополнительные усилия учителя при изучении раздела «Механика» в 9 классе, где традиционно гидростатике практически не уделяется внимание.

1. Федеральные государственные стандарты основного общего образования <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588> (дата обращения: 10.04.2014)

2. Степанова Г.Н. Раннее обучение физике. //Физика в школе. 2007. №4.

3. Тылец Н.Н. «Резонансный» подход к построению обучения. // Физика в школе. 2007. №4.

4. Шулежко Е.М. Раннее изучение физики. //Физика. 2009. №2.

5. Демидова М.Ю. Пропедевтические естественнонаучные курсы. //Физика. №11. 2010.

6. Демидова М.Ю. Методическая система оценки учебных достижений учащихся в условиях введения ФГОС (общее образование). Автореф. дисс. докт. пед. наук. М.:2014. С.14.

7. Ушинский К.Д. Проблемы педагогики. М. 2002.

8. Комаров Б.А. Теория и практика согласованного обучения. Монография. С.Пб.: БАН.2006.
9. Моя первая энциклопедия. Цветы и деревья. М.: Русич. 1992. С.75.
10. Программа конкурса учебно-исследовательских работ школьников «Юный исследователь». V фестиваль ННГУ «Путь в науку». Издательство Нижегородского государственного университета. 2014. С.7.
11. Горелик Г. Кто изобрёл современную физику. От маятника Галилея до квантовой гравитации. М.: АСТ. 2013. С.13-15.

О ПУТЯХ ИНТЕГРАЦИИ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ БУДУЩИХ МАГИСТРОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК ПО ФИЗИКЕ

Молдабекова М.С.¹, Федоренко О.В.², Акжолова А.А.¹

¹ Алматы, Казахстан, Казахский национальный педагогический университет
им. Абая

² Алматы, Казахстан, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби
mairamold@mail.ru, aaa_25.04.79@mail.ru

Фундамент современного образования опирается на базисные естественнонаучные и гуманитарные знания. Существуют отрасли научных знаний, выполняющие важные интегрирующие функции по отношению к базисным компонентам, которые характеризуются интеграцией методов научных исследований и образования. В этой связи уместно отметить, что построение научно обоснованной образовательной программы подготовки будущих магистров педагогических наук по физике предполагает решение трёх фундаментальных проблем: целей обучения, содержания и организации процесса обучения, чтобы намеченное содержание было усвоено в соответствии с поставленными целями.

Этот вопрос отражает противоречие между ограниченностью предметной подготовки и межпредметным характером профессиональной деятельности, предполагающим наличие компетентностей к творческому труду и независимому мышлению. Рассматривая процесс подготовки обучающихся по образовательной программе, приходится охватывать очень широкий круг дисциплин, касающихся отдельных сторон различных наук и обратить их внимание на те отрасли физических наук, которые могут способствовать успеху будущей профессиональной деятельности. С другой стороны, специализируясь в определенной области физического образования, будущим магистрам необходимо понимание скрытых взаимосвязей между различными процессами и явлениями, включая уважение культур и охрану окружающей среды, которые являются свидетельством интеллектуального развития. Использование тех или иных взаимосвязей наук в образовательной программе необходимо для выбора оптимального пути к намеченным целям, что уже требует *интеграции* достижений физической и психолого-педагогических наук и образования.

Как известно, закономерности развития научных знаний всегда отвечают лишь уровню знаний и образу мышления специалистов той или иной эпохи и лишь *относительно* верно отражают объективную реальность. Значит, в процессе развития общества объем научных знаний возрастает, и в нем наряду с объективными положениями присутствуют и субъективные, определяющие рамки и границы их действия. В образовательной программе должны быть отражены результаты со-

временных научно-технических достижений, основные направления и узловые вопросы развития будущей специальности, в которых нужно стремиться обратить внимание на взаимосвязь далеких друг от друга и, на первый взгляд, непохожих явлений.

Образовательная программа будущих магистров педагогических наук по физике состоит из цикла базовых, профилирующих дисциплин и дополнительных видов обучения, включающие обязательный компонент и компоненты по выбору, а также все виды практик (педагогическую, производственную и исследовательскую) и научно-исследовательскую работу магистранта [1]. В совокупности дисциплин в модульной образовательной программе и их содержании необходимо отразить идеи интеграции и холизма, которые позволяют установить взаимосвязь и взаимообусловленность естественных и психолого-педагогических наук. Развитие идеи интеграции науки и образования может быть продемонстрировано на примере методической подготовки, которая считается необходимой составной частью профессиональной подготовки магистров педагогических наук в высшей школе [2,3]. Многие исследователи сводят методическую подготовку к изучению методических дисциплин, но большинство отмечают её интегрирующее значение в общей системе профессиональной подготовки в вузе.

Из наших исследований следует, что методическая подготовка важное, но не достаточное условие успешной профессиональной деятельности будущего магистра педагогических наук по физике, которая должна быть отражена в образовательной программе через цикл дисциплин научно-методического характера. Заметим, что этот цикл дисциплин обуславливает возникновение условий для интегративного качества и свойств, характерных для составных частей педагогического процесса, как методическая деятельность. Следовательно, интеграция совокупности физических общетеоретических и специальных, а также психолого-педагогических дисциплин и практических умений и навыков в методической деятельности становится важнейшей задачей необходимой в отношениях взаимодействия системы «педагоги – обучающиеся» с другими аспектами профессиональной подготовки. Только тогда возникает возможность самостоятельно и конструктивно разрешать противоречия, обеспечивающие решение профессиональных задач, оптимально использовать свои потенциальные возможности, творчески осмысливать прошлый опыт, искать и находить новые способы совершенствования готовности к профессиональной деятельности. Происходящее развитие профессиональной готовности будущего магистра в наиболее общем виде определяется не только внешними воздействиями среды, но и собственными целями субъекта, предполагающими качественное преобразование своего внутреннего мира и переход в качественно новое состояние.

Рассмотрим схему взаимосвязи теоретической и методической подготовки магистра педагогических наук (Рис. 1) в целостном педагогическом процессе. Основа взаимосвязи обусловлена интеграцией содержания, форм и методов учебно-воспитательного процесса и оптимальным сочетанием фундаментальной, специальной, психолого-педагогической и методической подготовки магистра физики к управлению педагогическим процессом. В состав компонентов входят элементы деятельности интегрированной системы подготовки магистров. Педагогическое воздействие на обучающегося выражается через профессиональную готовность (см. рис.1, стрелка 1), в которой реализуется идея целостности, системной организации деятельности преподавателя и обучающегося и происходит интеграция тео-

ретической и методической подготовки (см. рис.1, стрелка 2). Такой взгляд на профессиональную готовность фиксирует смещение традиционного подхода, в рамках которого основной образовательной задачей считается формирование у обучающихся университета прочных научно-предметных знаний, на объект будущей профессиональной деятельности, где изменяется место и функциональное назначение фундаментальных знаний, становясь средством развития субъекта (овал *A*). Выделение этой взаимосвязи в подготовке магистров и их совместного воздействия обусловлено тем, что именно в этом варианте реализуется применение различных научно- методических средств и приемов в процессе обучения. Здесь проявляется открытость системы и обратная связь педагогического воздействия (рис.1, стрелки 3 и 4). В представленном виде схема отражает особенности взаимодействия элементов интегрированной системы опосредованно через организацию их деятельности, через конкретные способы (методы и приемы) при выполнении определенных заданий, что также обусловлено открытостью компонентов. Таким образом, в органической взаимосвязи теоретической и методической составляющих образовательной программы формируется профессиональное и личностное развитие обучающегося, отражающееся на результатах практической деятельности при выполнении профессиональных обязанностей.

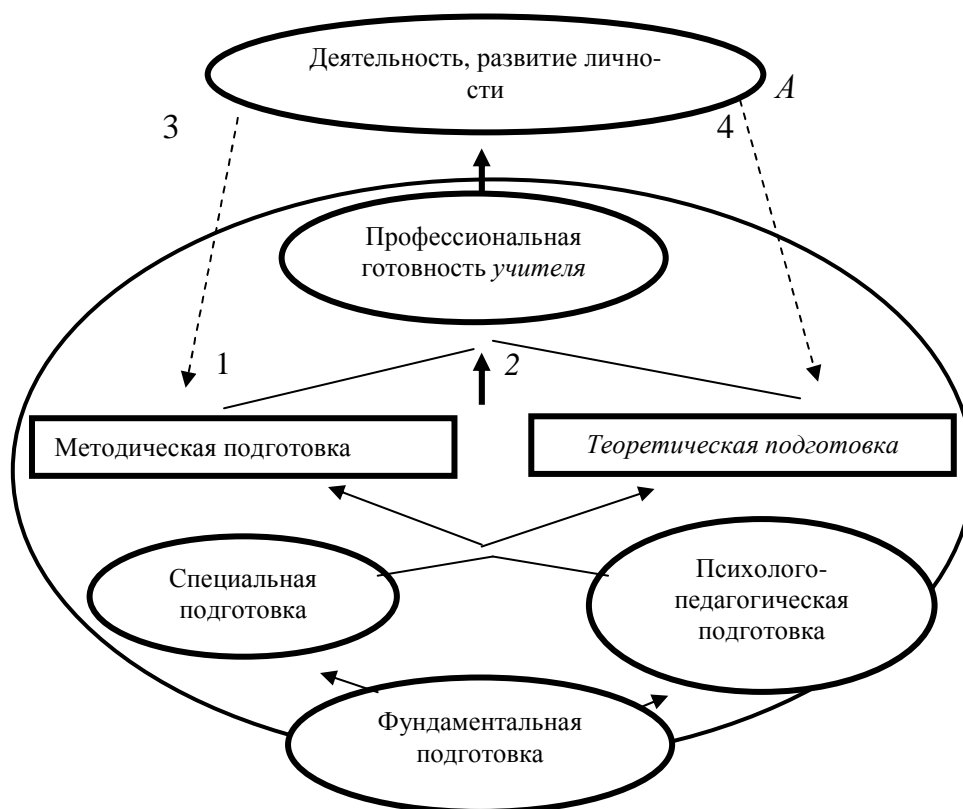


Рис. 1. Взаимосвязь теоретической и методической подготовки магистра педагогических наук по физике

Приведенный анализ взаимосвязи теоретической и методической подготовки магистров показывает, что в основном изучалась деятельность в педагогическом вузе. Вместе с тем, в современной ситуации, изменившиеся социальные условия, информатизация общества, запросы рыночной экономики и переход науки к комплексным исследованиям обусловили диверсификацию образовательной сферы. Это вызвало появление разнообразных по формам, уровням, типам и видам образо-

вательных структур, модернизацию содержания и методов обучения, что объективно потребовало создания новой парадигмы педагогического образования. Сущность её связана со сменой приоритетов, придания педагогическому образованию фундаментальности, т.е. овладения обучающимися инвариантной частью знаний, составляющих основу творческого развития личности и превращающихся в средство профессионального развития будущего магистра и его самосовершенствования и самоорганизации. В этих условиях интеграция науки и образования обеспечит преодоление известной односторонности в подготовке будущих магистров педагогических наук по физике в условиях современного университетского образования.

1. Государственный общеобязательный стандарт послевузовского образования. Раздел 1. Магистратура. Утв. постановлением Правительства Республики Казахстан от 23 августа 2012 года № 1080.

2. Молдабекова М.С. Фундаментализация подготовки учителя физики как основа профессиональной деятельности. - Алматы, Қазақ университеті. – 2000. - С. 200.

3. Молдабекова М.С., Асембаева М.К. Мукамеденкызы В. Творческая самостоятельная работа студентов на производственной практике как средство формирования профессиональных умений. XXXX научно-методической конференции профессионального-преподавательского состава КазНУ им. аль-Фараби. Высшее образование стратегический ресурс формирования интеллектуальной нации. Алматы, 15 января, 2010. С. 41-46.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА УНИВЕРСИТЕТСКОГО МУЗЕЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Мыслинская Н.Л., Никифоров К.Г.

Калуга, Россия, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского
kgn@kspu.kaluga.ru

Музей университета, имеющий исторический и естественнонаучный профили деятельности, обладает значительными возможностями в плане профессиональной подготовки учителя физики [1,2]. Работа музея в данном аспекте может способствовать углублению знаний по физике, истории науки и формированию общекультурных и профессиональных компетенций [3,4], таких, как способность понимать значение культуры как формы человеческого существования и руководствоваться в деятельности базовыми культурными ценностями; способность логически верно выстраивать устную и письменную речь, владение профессиональной речевой культурой; осознание значимости будущей профессии; способность решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, использовать возможности региональной культурной образовательной среды, разрабатывать и реализовывать просветительские программы.

Исторический аспект работы музея Калужского государственного университета имени К.Э.Циолковского представлен историей учебного заведения [2], истоки которого относятся к 1786 году, когда во всех губернских городах России по указу Екатерины Второй были открыты четырехклассные народные училища, где в четвертом классе готовились желающие стать учителями. В 1804 году училище было преобразовано в классическую гимназию, здесь желающие быть учителями готовились в 8-м классе. Выпускники реального училища, открытого в 1875 году по просьбе общественности города, также имели возможность работать учителями.

В училище работал учителем математики К.Э. Циолковский, начавший в это время заниматься теорией ракеты.

В 1913 году в Калуге был открыт учительский мужской институт, преобразованный в 1918 году в педагогический институт, который просуществовал как высшее учебное заведение до 1923 года. Новая история университета начинается в 1948 году, когда вновь был открыт педагогический институт, в 1994 г. получивший статус педагогического университета, а в 2010 – ставший классическим государственным университетом имени К.Э.Циолковского.

Фонды музея располагают учебной, методической, специальной, художественной литературой по историческим периодам развития подготовки учителя физики, наглядными пособиями и физическими приборами из кабинетов физики реального училища и классической гимназии, современными приборами и техническими средствами. В каждый период существования учебное заведение имело свое содержание обучения и воспитания, традиции и особенности, выпускников, которыми может гордиться, учителей, у которых и сейчас можно поучиться [2]. Историческая тема реализуется при изучении общих вопросов теории и методики обучения физике. На базе музея рассматриваются вопросы истории развития физики как самостоятельного школьного предмета и методики обучения с использованием оригинальной литературы и физических приборов по периодам преподавания физики [2,5].

Приведем пример, показывающий актуальность методов обучения, использовавшихся Циолковским: экскурсии в природу и на производственные объекты, проведение домашних наблюдений и опытов, написание сочинений на физическую тему (студентам показывается оригинальное сочинение ученицы Циолковского на тему «Паровые машины и их применение»), встречи и беседы с учениками в свободное от учебы время. Современные технологии обучения согласуются с принципами (требованиями) обучения Циолковского: «Доказывая какое-нибудь правило, следует сначала самих учащихся подвести к его пониманию; доказав истину, убеждаюсь в понимании ее классом, предварительно проверив на более сильных учащихся; судить о познании класса лучше по ответам слабейших учеников; задания на дом даю разные по сложности, позволяя каждому решать по своим силам; во все применять наглядность, даже в задачах с пароходами, идущими навстречу друг с другу» [5].

Естественнонаучное направление работы музея со студентами связано с содержанием, методами и формами использования творческого наследия К.Э. Циолковского и А.Л. Чижевского при обучении физике в учебной и внеклассной работе с учащимися (частная методика) [5,6]. В организации деятельности студентов на базе музея проводятся традиционные экскурсии, исследовательская работа студентов с последующим выступлением о результатах работы на семинарах музея, проведение студентами экскурсий для учащихся в период практики, консультации. Ежегодно проводится конференция «Связь времен».

В качестве примеров тем для исследований студентов приведем следующие: «Эволюция содержания и методов обучения курса физики как школьного предмета», «Учебники и учебные пособия по физике в различные периоды развития образования в России», «К.Э.Циолковский – учитель физики», «Использование трудов Циолковского при обучении физике», «Использование творческого наследия А.Л.Чижевского при обучении физике. Солнечно-земные связи», «Знаменитые учителя и выпускники в истории университета», «Задачи по физике на основе ра-

бот Циолковского и Чижевского», «Занимательные опыты и мини-исследования по задачам Циолковского», «Физический концерт».

Так, задачи, составленные на основе работ Циолковского и Чижевского, относятся к региональным задачам [6,7]. На первом этапе работы студентов по этой теме им предлагаются для решения готовые задачи, т.е. имеющие условие и вопрос; на втором этапе – предлагаются тексты, к которым нужно сформулировать вопросы (возможно включить дополнительные данные) и дать решение; на третьем этапе студенты самостоятельно подбирают фрагменты из работ ученых, формулируют вопросы и дают решение (могут воспользоваться предлагаемой литературой). Приведем примеры.

1. Циолковский, рассматривая вопрос о падении с высоты и ударе, приходит к выводу, что высота безопасного падения не зависит от его роста. Предельная высота падения на несжимаемую опору составляет 3,3 м. Вопросы: Как Циолковский пришел к такому значению предельной высоты падения? При каком условии безопасная высота падения увеличивается? (К.Э. Циолковский. Механика в биологии. Падение с высоты и удар).

2. По Чижевскому, «...магнитные бури... распространяются в течение 4-6,5 минут по всей Земле». Вопросы: Определите скорость распространения магнитных бурь. Если считать, что возмущение магнитосферы Земли возникает под действием «солнечного ветра», как объяснить природу магнитных бурь, распространяющихся в восточном и западном направлении? (А.Л. Чижевский. Земное эхо солнечных бурь).

Занимательные опыты по Циолковскому предполагают такие опыты, которые проводил сам ученый для своих учеников, детей и внуков, описанные в литературе, а также такие, которые по своему характеру могли быть проведены Циолковским [6]. Миниисследования могут быть предложены учащимся (студентам) во время экскурсии. Разработку (подборку) опытов осуществляют студенты (могут воспользоваться предлагаемой литературой). В музее свои разработки студенты демонстрируют во время семинаров, а для учащихся – во время практики.

Приведем пример одного из классических опытов по Циолковскому: «В своей домашней лаборатории Циолковский показывал увлекательные эксперименты по электричеству. Его внук А.В.Костин вспоминает: “Дедушка... стал быстро вращать ручку электрофорной машины. Помчались друг другу навстречу стеклянные диски, послышался легкий треск, в комнате запахло озоном, смешно заплясали бумажные человечки и раскрашенные осьминоги”» (К.Э. Циолковский в воспоминаниях современников). Далее демонстрируется опыт и следуют вопросы: Какое физическое явление наблюдается? Почему пляшут бумажные человечки и осьминоги? От каких факторов зависит эффективность опыта? (мини-исследование).

Физический концерт Циолковский описал в научно-фантастической повести «Вне Земли». Такой концерт может быть организован в честь юбилеев ученых, великих открытий и изобретений, космических дат, при проведении недели (декады) физики. В его программе могут быть сообщения, посвященные юбилейной теме (в театрализованной форме, интервью и т.д.), занимательная викторина и опыты, чтение стихов и исполнение песен, отражающих тему.

Студенческая конференция «Связь времен» посвящается выдающимся ученым, жизнь и научное творчество которых связаны с калужским краем [8,9]. На такой конференции студенты выступают с докладами, подготовленными в результате исследовательской работы. Проведенное студентами исследование может быть ис-

пользовано при подготовке курсовых или дипломных работ. Здесь могут быть выделены А.П. Соколов, который заложил (вместе с А.Г. Столетовым) основы физического образования в России и организовал первую в стране научную радиологическую лабораторию; К.Э. Циолковский, написавший в Калуге все свои работы, связанные с космонавтикой; Г.В. Вульф, один из создателей кристаллофизики; А.Н. Теренин, один из основоположников фотофизики и фотохимии; А.Л. Чижевский, создатель принципиально новых научных направлений на стыке наук о живой и неживой материи; Д.И. Блохинцев, разработавший первую в мире атомную электростанцию в Обнинске Калужской области; П.М. Голубицкий, автор изобретений и устройств, заложивших основы телекоммуникаций; К.Д. Бушуев, один из основателей практической космонавтики [8,9].

С целью подготовки к выполнению требований ФГОСа по направлению подготовки «Педагогическое образование» и формированию соответствующих компонентов гуманитарного аспекта обучения физике [3,4], на базе университетского музея организуются научно-практические конференции «Научный и гуманитарный потенциал обучения и воспитания» с участием преподавателей, учителей, аспирантов, научных работников [10,11].

1. Прасолова Е.Л. Музейная педагогика: гуманитарная парадигма // Высшее образование в России. 2000. № 1. С. 75-85.

2. Мыслинская Н.Л. 10 лет музея КГПУ им. К.Э.Циолковского // Вестник Калужского университета. 2008. №3. С. 23-31.

3. ФГОС ВПО по направлению подготовки 050100 педагогическое образование (квалификация (степень) бакалавр). Утв. приказом Минобрнауки РФ №788 от 22.12.09. [Электронный ресурс]. URL: http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_09/prm788-1.pdf.

4. Атаманчук П.С., Никифоров К.Г., Губанова А.А., Мыслинская Н.Л. Педагог – физик XXI века. Основы формирования профессиональной компетентности. – Калуга – Каменец-Подольский: Изд-во КГУ, 2014. – 268 с.

5. Никифоров К.Г., Мыслинская Н.Л. Кабинет-музей А.Л. Чижевского в Калужском государственном педагогическом университете // Роль университетов в поддержке гуманитарных научных исследований. – Тула: Изд-во ТГПУ, 2009. Т.3. – С.294-298.

6. Мыслинская Н.Л. Вопросы и задачи по А.Л. Чижевскому как средство реализации дидактического аспекта обучения физике // Научный и гуманитарный потенциал обучения и воспитания: Материалы Росс. научно-практ. конф. – Калуга: КГПУ, 2009. – С. 205-209.

7. Мыслинская Н.Л., Герасимова М.В. Сборник вопросов и задач по физике на основе региональных материалов для 7-11 классов. – Калуга, 2001.

8. Платоны и Невтоны земли калужской / Под ред. К.Г. Никифорова. – Калуга: Гриф, 2002. – 331 с.;

9. Калужские вехи временных лет / Под ред. К.Г. Никифорова. – Калуга: Гриф, 2004. – 432 с.

10. Научный и гуманитарный потенциал обучения и воспитания: Материалы Росс. научно-практ. конф. / Под ред. К.Г. Никифорова. – Калуга: КГПУ, 2009. – 232 с.

11. Научный и гуманитарный потенциал обучения и воспитания: Материалы Росс. научно-практ. конф. / Под ред. К.Г. Никифорова. – Калуга: КГПУ, 2011. – 227 с.

ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННОГО ЦИФРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Паутова А.А.

Москва, Россия, Московский педагогический государственный университет
pautova_a_a@mail.ru

Бурное развитие компьютерных технологий привело к тому, что в XXI веке различные компьютеризированные электронные устройства стали неотъемлемой частью жизни человека, а также заняли прочное место в образовании, потеснив традиционные средства обучения.

Социально-экономические изменения, происходящие в мире наряду с развитием цифровых технологий, привели к необходимости совершенствования существующей системы образования. В связи с этим возникает необходимость подготовки будущего учителя физики к работе в новых условиях. Согласно национальной образовательной инициативе «Наша новая школа», выдвинутой Президентом Российской Федерации в 2010 году, главными задачами современной школы являются «раскрытие способностей каждого ученика, воспитание порядочного и патриотичного человека, личности, готовой к жизни в высокотехнологичном, конкурентном мире».

В концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2011 – 2015 годы и на 2016 – 2020 годы отмечается, что "одной из важнейших проблем современного образования является процесс эффективного использования информационных и коммуникационных технологий в сфере образования". Соответственно, для решения поставленных задач, и в частности задачи подготовки учащихся к "жизни в высокотехнологичном мире", учитель физики должен разбираться в современных цифровых, информационных и коммуникационных технологиях и применять их на уроках физики.

Использование компьютерных технологий в школьном физическом эксперименте заметно расширяет его возможности, позволяя моделировать ситуации, которые было невозможно изучать с помощью традиционного оборудования. В свою очередь, выпускаемые в последние годы, компьютеризированные системы сбора данных позволяют сократить время, которое тратится на расчеты и построение графиков функций при проведении физического эксперимента, расширить возможности анализа его результатов, а также сильнее заинтересовать учащихся, благодаря использованию более современного цифрового оборудования.

Под современным цифровым оборудованием мы понимаем различные цифровые лаборатории, компьютерные системы сбора данных, цифровые мультиметры, в том числе с возможностью подключения к компьютеру, а также современные коммуникационные мобильные устройства (планшетные компьютеры и смартфоны). Некоторые возможности использования таких устройств описаны нами в других статьях [7],[8], [9].

Таким образом, возникает проблема подготовки будущего учителя к использованию современного цифрового оборудования на уроках физики. Согласно стандартам высшего профессионального образования одной из профессиональных компетенций, которыми должен овладеть будущий учитель в процессе обучения является готовность «применять современные методики и технологии, в том числе и информационные, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса».

Этого можно добиться в случае комплексной подготовки будущих учителей физики к применению современного цифрового оборудования.

Комплексная подготовка будущих учителей физики к применению современного цифрового оборудования подразумевает под собой такую подготовку, в процессе которой изучение различного цифрового оборудования и его применения в школьном физическом эксперименте начинается с первых занятий практикума по теории и методике обучения физике. В настоящее время подготовка будущих учителей физики к применению современного цифрового оборудования носит эпизодический характер и, в основном, проходит в рамках специальных лабораторных практикумов или курсов и модулей по выбору. Проведённое анкетирование студентов бакалавриата и магистратуры показало, что большинство студентов знают и могут работать только с компьютерной системой сбора данных «*L-микро*» (в настоящий момент «*Научные развлечения*») и знают о цифровой лаборатории «*Архимед*», но не могут с ней работать. На момент проведения опроса, лишь сорока процентам опрошенных были известны цифровые лаборатории, выпускаемые под общей маркой *AFSTM*. Чуть больше половины опрошенных студентов могут работать с цифровыми лабораториями, пользуясь инструкцией, в то время как вторая часть опрошенных имеет о них лишь общие представления. В то же время большинство опрошенных студентов имеют очень смутные представления об использовании планшетных компьютеров и смартфонов в школьном физическом эксперименте.

Ниже представлена таблица, описывающая, этапы обучения, на которых наиболее целесообразно проводить подготовку будущих учителей физики к применению различных видов современного цифрового оборудования в школьном физическом эксперименте (Таблица 1).

Таблица 1. Подготовка студентов к применению современного цифрового оборудования в ШФЭ

	Практикум по ТиМОФ	Специальный лабораторный практикум по методике физики	Курсы и модули по выбору	Подготовка выпускной квалификационной работы
Лаборатория « <i>L-micro</i> » (« <i>Научные развлечения</i> »)	+	+	+	+
Цифровые лаборатории под маркой <i>AFSTM</i>	+	+	+	+
Цифровая лаборатория « <i>Архимед</i> »	+	+	+	+
Цифровая лаборатория « <i>Einstein</i> »		+	+	+
цифровые мультиметры	+	+		+
Цифровые мультиметры, с возможностью подключения к ПК		+	+	+
Возможности планшетных ПК и смартфонов как датчиковых систем		+	+	+

В то же время обучение студентов использованию современного цифрового оборудования не должно исключать их подготовку к работе с традиционным оборудованием. Следовательно, на занятиях практикума по теории и методике необходимо совместить подготовку к проведению школьного физического эксперимента с помощью традиционного оборудования с подготовкой к использованию современного цифрового оборудования.

Таким образом, для более успешной работы будущих учителей физики в современной школе, в частности в области организации школьного физического эксперимента, необходимо подготовить их к использованию современного цифрового оборудования. Данная подготовка должна быть комплексной и начинаться с первых занятий практикума по теории и методике обучения физике и не должна исключать подготовку к использованию традиционного оборудования в школьном физическом эксперименте.

В докладе будут представлены примеры лабораторных работ практикума по подготовке студентов к применению современного цифрового оборудования в школьном физическом эксперименте.

1. Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е. и др. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений [текст] / под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

2. С.Е. Каменецкий, С.В. Степанов, Е.Б. Петрова и др. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений [Текст] / Под ред. С.Е. Каменецкого и С.В. Степанова. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 304 с.

3. Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа» Пр.-271 от 04 февраля 2010 года [электронный ресурс] / <http://минобрнауки.рф/документы/1450>

4. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2011-2015 годы от 7 февраля 2011 г. № 163-р [электронный ресурс] / <http://youngscience.ru/files/163-pril.doc>

5. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы от 29 декабря 2014 г. №2765-р. [электронный ресурс] / <http://government.ru/media/files/-mlorxfXbbCk.pdf>

6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр»). – 2011, с.- 8. [Электронный ресурс] / <http://www.edu.ru>

7. Паутова А.А. Использование планшетных компьютеров в учебном физическом эксперименте. [Текст] // Материалы XIII международной научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития», часть 1. – М., 2014. – С. 152-154.

8. Степанов А.С., Степанов С.В., Паутова А.А. Новые возможности информационных технологий при проведении лабораторных работ по физике. [Текст] // Материалы XIII международной научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития», часть 1. – М., 2014. – С. 154-156.

9. Лозовенко С.В., Паутова А.А. Использование смартфонов и планшетных компьютеров в учебном физическом эксперименте. [Текст] // Научно-методический журнал «Школа будущего». – 2014. – №3. – С. 92-97.

ГОЛОГРАФИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЕМАТИКИ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Погожих С.А.

Новосибирск, Россия, Новосибирский государственный педагогический
университет
spog@yandex.ru

Голография и голограммы уже давно прочно вошли в научную и бытовую жизнь. Однако практика показывает, что в сознании людей, даже имеющих физическое образование, голография обросла значительным количеством мифов. Поэтому расширение содержания данной области оптики, как с теоретической стороны, так и экспериментальной у будущих учителей физики должно положительно сказаться на их готовности к будущей профессии. Автор неоднократно поднимал тему преподавания голографии в периодической печати [1,2].

Более широкое изучение голографии можно предложить по трём аспектам:

- лабораторная работа в курсе обычного физического практикума;
- курс по выбору;
- выпускные квалификационные работы по голографической тематике.

Ключевым оборудованием при выполнении голографического эксперимента являются фотопластинки, которые должны быть прозрачными и иметь разрешение не менее 3000 *лин./мм*. В описанных экспериментах использовались фотопластинки ПФГ-03 и гелий-неоновый лазер мощностью 20 *мВт*.

В Новосибирском государственном педагогическом университете несколько лет читался спецкурс по выбору “Голография и её применение”. Рассматриваемые теоретические вопросы: история возникновения и развития голографии; вклад в становление и развитие голографии Д.Габор, Э.Лейта, Ю.Упатниекса, Ю.Денисюка; математический анализ голограммы (голограмма точки и общий случай голограммы), классификация голограмм; характеристики и свойства голограмм; техника голографии и т.д. (более подробно в [1]).

При изучении спецкурса делается акцент на проведение “элементарных” демонстрационных экспериментов, иллюстрирующих то или иное свойство какого-либо вида голограммы, по возможности в чистом виде. Такой подход позволяет сократить время на выполнение эксперимента, прежде всего за счет увеличения интенсивностей опорного и предметного пучков и снижения времени экспозиции, что в свою очередь позволяет студентам наблюдать весь его ход. В процессе практической работы были отобраны следующие «элементарные» эксперименты:

– *Получение голограммы светящейся точки* (её роль выполняет действительный фокус положительной линзочки, помещенной в середину широкого параллельного опорного пучка, как на рисунке 1). Данный эксперимент является видоизмененным опытом Д.Габор. Полученная голограмма представляет собой систему концентрических колец типа зон Френеля, своего рода синусоидальную зонную пластинку, дает изображение точки (мнимое и действительное), легко поддается математическому расчету. Небольшая пространственная частота интерференционной картины позволяет наблюдать её в микроскоп. На этой голограмме удобно демонстрировать относительность понятий «предметный» и «опорный» пучки – предметный пучок восстанавливается опорным, а опорный – предметным.

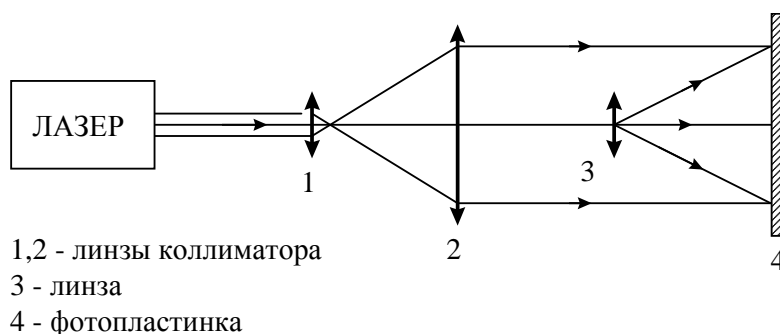


Рис. 1

– Голограммы прозрачных и диффузно отражающих объектов в сходящихся и встречных пучках.

– Фиксирование и наблюдение голограммы сфокусированного изображения.

– Восстановление мнимого «прямого» и действительного «псевдоскопического» изображения с одной голограммы.

– Запись на одну фотопластинку нескольких голограмм.

– Наблюдение изображения, восстановленного с целой голограммы и с её частей.

– Проведение простейших экспериментов по голографической интерферометрии: получение интерферограммы плоской мембраны (путем двойной экспозиции в исходном и деформированном состоянии) и расчёт смещения контрольной точки по полученной голограмме.

В качестве самостоятельных заданий студенты выполняют несколько экспериментов. Это может быть получение голограммы различных видов трехмерных диффузных объектов, получение и обсчет простейших интерферограмм.

В процессе подготовки выпускной квалификационной работы студентами выполняются более сложные эксперименты по голографической интерферометрии. Без сложного оборудования студентам вполне доступно исследование голографическим методом малых перемещений, распределения температуры, вибраций. Приведу некоторые примеры.

Изучение распределения температуры вокруг горизонтального нагретого стержня. Керамический стержень, обмотанный высокоомным проводом, нагревается электрическим током.

В результате совместного действия конвекции и теплопроводности воздуха устанавливается распределение температуры в окружающем пространстве. Это распределение определяет изменение показателя преломления воздуха в нагретом состоянии вокруг стержня. Дважды проэкспонировав в проходящем свете фотопластинку (в нагретом и исходном состоянии, оптическая схема приведена на рисунке 2), получим голограмму, при восстановлении которой интерферируют два волновых фронта. Полосы на восстановленном изображении (рисунок 3) отражают распределение показателя преломления, а, следовательно, и температуры. Восстановленное изображение вводится с помощью видеокамеры в компьютер и в дальнейшем обрабатывается в графическом редакторе.

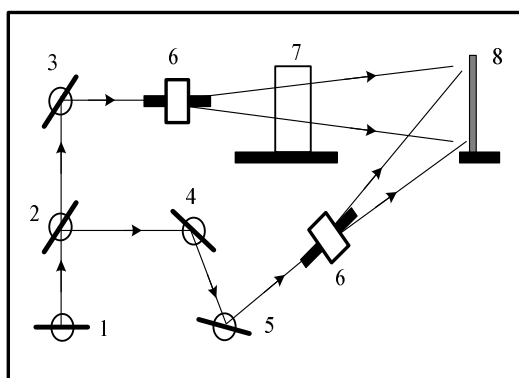


Рис. 2

1,3,4,5 – зеркала
2 – делитель
6 – расширители
7 – прозрачный объект
8 – фотопластинка

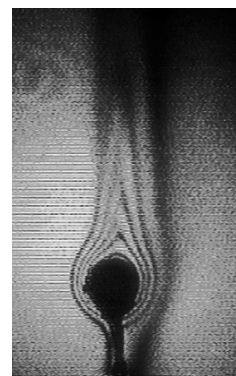


Рис. 3

Изучение колебания мембраны телефона. Под действием переменного напряжения мембрана электромагнитного телефона колеблется. Голограмма вибрирующей мембраны, полученная в отраженном свете, представляет собой интерферограмму по методу двойной экспозиции (большую часть времени мембрана проводит в крайних положениях). Типичная интерферограмма показана на рисунке 4. Обработка интерферограммы проводится как в предыдущем случае.

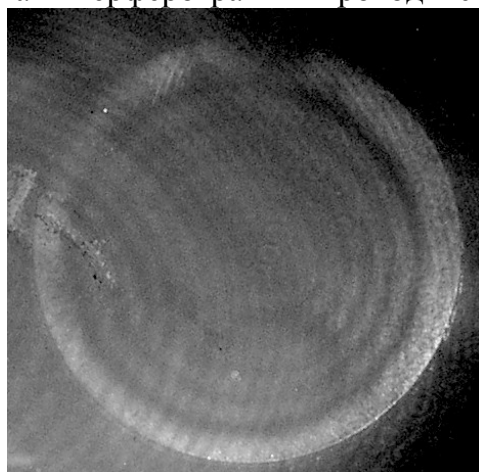


Рис. 4

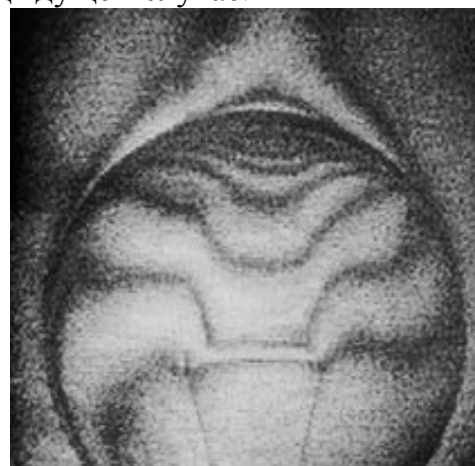


Рис. 5

Изучение распределения температуры в колбе лампы накаливания. Так же как и в случае нагретого стержня, голограмма получается методом двойной экспозиции в проходящем свете. Первая экспозиция – при холодной лампе, вторая – в нагретом состоянии. Результат – интерферограмма (рисунок 5), полосы которой отражают изменение показателя преломления нагретого газа в колбе.

Наблюдение самостоятельно полученных голограмм производит на студентов неизгладимое впечатление и стимулирует изучение теоретических и экспериментальных основ голографии.

1. *Погожих С.А.* Элементы экспериментальной голографии в курсе общей физики/ С.А. Погожих// Физическое образование в ВУЗах. – 2001. – т.7, №1. – с. 59-64.

2. *Погожих С.А.* Голография в курсе общей физики/ С.А. Погожих// Преподавание физики в высшей школе. – 2001. – №21. – с.90-92.

СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Потапова М.В., Карасова И.С.

Челябинск, Россия, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет»
potapovamv@cspu.ru

Требования к результатам достижений обучаемых задаются нормативными документами, принятыми в последние годы (Закон «Об образовании в РФ», ФГОС ВО и др.). Образовательные нововведения могут существенно влиять на качество учебных достижений студентов, а также на управленческие перспективы развития личности. Управленческие процессы её развития и саморазвития невозможно планировать без диагностирования состояния самой образовательной системы на основе использования современных средств контроля и оценки разноуровневых знаний и умений, видов деятельности. Для оценки видов инновационной деятельности будущих учителей физики необходим такой инструментарий, который соответствовал бы требованиям к результатам освоения образовательных программ, сформулированных в государственном стандарте (ФГОС ВО).

Качество усвоения знаний имеет уровневую структуру. Первый уровень усвоения знаний – *уровень распознавания и запоминания*; второй – *уровень воспроизведения* (трансформации); третий – *уровень понимания* (интерпретации, экстраполяции); четвёртый – *уровень применения* знания (на основе алгоритмических предписаний); пятый – *уровень владения* (применение на практике, оценка их истинности, практической значимости в определённых условиях, обнаружение проблемы, нахождение способов её решения на основе моделирования и обобщения).

Все уровни усвоения знаний не рядоположные. Оценивая их в процентах или баллах по специально разработанной шкале (стопроцентной или стобалльной), следует выбрать статистический подход для определения значимости уровней усвоения элементов знаний и умений. В.П. Симонов и Е.Г. Черненко [3] предлагают соотносить между собой эти уровни как ряд нечётных чисел 1:3:5:7:9 (I:II:III:IV:V). Данная арифметическая прогрессия позволяет учесть уровень усложнения качества усвоения знаний (от фактов к научной картине мира). Одна двадцать пятая часть этого ряда в стопроцентной шкале составляет 4%, соответственно последующие компоненты знания оцениваются в 12%, 20%, 28%, 36% (4%:12%:20%:28%:36%).

Статистический подход в оценке разноуровневых знаний, умений, способов владения ими (ЗУВ) позволяет выразить элементы ЗУВ не только в процентах, но и в баллах. В процентной и балльной шкале значение наименьшего её деления одинаковое (1% или 1 балл), поэтому качество усвоения ЗУВ можно выражать как в процентах, так и в баллах (4б:12б:20б:28б:36б).

В.П. Беспалько предложил технологию оценивания видов деятельности обучаемых с помощью четырёхуровневой системы. В этой системе он выделяет деятельность: «по узнаванию» (I уровень); «самостоятельному воспроизведению» (II уровень); «переносу» на основе известного алгоритма (III уровень); «конструированию» объективно новой информации (IV уровень) [1]. Описанный выше статистический подход в оценивании разноуровневых знаний и умений (I:II:III:IV:V → 1:3:5:7:9 → 4%:12%:20%:28%:36%) можно применить для оценивания видов деятельности.

Перейти от пятиуровневой шкалы к четырёхуровневой можно, если предположить, что деятельность по узнаванию явлений, свойств объектов предполагает не только восприятие, но и воспроизведение информации на репродуктивном уровне, поэтому оценить её можно в 16% (4%+12%). Соответственно самостоятельная деятельность по воспроизведению, применению информации оценивается в 20%. Конструктивная деятельность по использованию информации в процессе выполнения нового действия на основе алгоритмических предписаний — в 28%. Наконец, продуктивная деятельность по добыванию новой информации – в 36%. Поэтому шкала оценивания видов деятельности приобретает вид: I:II:III:IV →16%:20%:28%:36%.

Теоретические знания, полученные в вузе, студенты применяют на педагогической практике. Готовность и способность их к профессиональной деятельности в образовательной организации проверяют по тому, как сформированы у будущих учителей компетенции (общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные). Оценить их сформированность можно на основе инновационного инструментария, описанного выше на основе статистического подхода [2].

Рассмотрим в качестве примера сущность инновационного подхода в оценке сформированных профессиональных компетенций у будущих учителей физики (направление подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование», магистерская программа «Физическое образование») в соответствии с выбранными критериями, показателями и балльной шкалой их оценки. Исходя из цели практики, в качестве критерия её результативности целесообразно выбрать совокупность профессиональных компетенций (табл. 1). Качество сформированности отдельного критерия проверяют с помощью двух-трёх показателей, выраженных в баллах в оценочной шкале.

Таблица 1. Аттестация по итогам педагогической практики (критерии, показатели)

№ п/п	Критерии сформированности компетенций	Показатели критерия	Балльная оценка
1	Способность формировать образовательную среду, использовать инновационную деятельность для решения конкретных задач (ПК-3)	• умеет на научной основе организовать свою деятельность;	5
		• владеет компьютерными методами сбора, хранения и обработки (редактирования) материала к учебным занятиям;	5
		• способен к проектной деятельности	5
2	Готовность к разработке и реализации методических моделей, методик, технологий и приёмов обучения; готовность анализировать результаты достижений (ПК-8)	• умеет самостоятельно конструировать модели учебных занятий	5
		• умеет соотносить содержательную и процессуальную стороны обучения (осуществлять обоснованный выбор приёмов и форм обучения)	5
		• владеет способами анализа результатов учебных достижений обучаемых	5
3	Готовность к систематизации и обобщению, распространению передового опыта (ПК-9)	• владеет разнообразными моделями знаково-образной наглядности;	5
		• умеет применять их для обобщения знаний и умений;	5
		• способен использовать опыт мастера-	5

		учителя в учебной деятельности	
4	Готовность проектировать новое учебное содержание; технологии и конкретные методики обучения (ПК-16)	•использует на занятиях современные технологии обучения;	5
		•владеет методами научного исследования в процессе проведения педагогического эксперимента;	5
		•умеет составлять аналитический отчёт по результатам педагогической практики	5
		Итого:	60

Для расчёта коэффициента сформированности профессиональных компетенций на практике необходимо общую балльную оценку (максимальное количество баллов) умножить на коэффициент 0,36, характеризующий 36% обученности в общей шкале оценивания разноуровневых знаний и умений, способов владения ими. Тогда коэффициент сформированности профессиональных компетенций (теоретически возможный) рассчитывается по формуле $K_{к_т} = 0,36 \cdot 60 = 21,6 \approx 22$.

Коэффициент сформированности реальной компетенции будет меньше идеального. Если суммарная балльная оценка магистранта по итогам практики составит 52 балла, то $K_{к_р} = 0,36 \cdot 52 = 18,72 \approx 19$.

Относительный показатель успешности профессиональной подготовки магистранта к практике составит:

$$K_{п} = \frac{K_2}{K_m} \rightarrow \frac{19}{22} = 0,85$$

Таким образом, коэффициент сформированности профессиональных компетенций у магистрантов по результатам практики составил: $K_{к_р} = 0,85K_{к_т}$.

1. Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. – М.: Москва: ИПОМО России, 1995. – 336 с.

2. Потапова, М.В. Современный инструментарий отслеживания компетенций и универсальных учебных действий обучающихся [Текст] / М.В. Потапова // Вестн. Челяб. гос. пед. ун-та. - 2014. - № 2. - С. 181-194.

3. Симонов, В.П. Образовательный минимум: измерение, достоверность, надёжность / В.П. Симонов, Е.Г. Черненко // Педагогика. – 1994. – № 4. – С. 30 —34.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ КУРС «ФИЗИКА ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ПРОФИЛЬ «ИНФОРМАТИКА И ФИЗИКА»)

Проклова В. Ю.

Чита, Россия, Забайкальский государственный университет

PVictoria78@mail.ru

Значимое место в обеспечении обучения нового качества принадлежит развитию междисциплинарной интеграции образовательного процесса ВУЗа. Согласно [1], интеграционная взаимосвязь учебных предметов может осуществляться на трёх основных уровнях. Первым и высшим уровнем интеграции содержания образования является уровень целостности, завершающийся формированием новой учебной дисциплины, носящей интегративный характер и имеющий собственный предмет изучения. Вторым уровнем интеграции содержания образования является уровень дидактического синтеза, интеграция учебных предметов на данном уровне осуще-

ствляется постоянно на базе одного из них. Самым низким уровнем интеграций содержания образования является уровень межпредметных связей, который имеет в настоящее время наибольшее практическое распространение.

Междисциплинарная интеграция предполагает: 1) устранение дублирования в процессе изложения учебного материала различных дисциплин; 2) усиления важности профессиональной направленности предметов; 3) преодоление фрагментарности и мозаичности знаний студентов, что обеспечивает овладение ими комплексным знанием, системой универсальных человеческих ценностей; 4) формирование системно-целостного взгляда на мир и др.

В Забайкальском государственном университете в системе подготовки бакалавров по направлению 050100 «Педагогическое образование», профиль «Информатика и физика» в вариативной части математического и естественнонаучного цикла дисциплин предусмотрен междисциплинарный курс «Физика природных явлений», направленный на формирование следующих компетенций студентов [2]:

ОК 1. Владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

ОК-4. Способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-9. Способен разрабатывать и реализовывать, с учетом отечественного и зарубежного опыта, культурно-просветительские программы.

ПК-10. Способен выявлять и использовать возможности региональной культурной образовательной среды для организации культурно-просветительской деятельности.

Курс связан с предметными курсами, изучаемыми в школе (физика, химия, биология, астрономия и др.), курсами «Физика», «Естественнонаучная картина мира», «История физики», «Информатика» и др., изучаемыми в вузе. Трудоемкость курса составляет два кредита. Всего 72 часа, из них 34 часа – лабораторные занятия, 38 часов – самостоятельная работа студентов. Цель курса: формирование представлений о роли физики в понимании явлений природы.

Курс включает 4 раздела:

1) *Механические явления в природе. Колебания и волны в природе* (Лавины. Физика возникновения лавин. Эхо. Физические основы возникновения эхо. Ультразвуковые волны в природе. Природные сонары. Волны на море. Физика цунами. Землетрясения с точки зрения физики и др.).

2) *Тепловые явления в природе* (Туманы. Физические основы возникновения тумана. Физика атмосферы. Облака. Кристаллы в природе. Снег и лед и др.).

3) *Электрические и магнитные явления в природе* (Атмосферное электричество. Физика молнии. Шаровая молния. Магнитное поле Земли. Полярное сияние и др.).

4) *Оптические явления в природе* (Цвет неба и солнца. Закат солнца. Развитие представлений о физике возникновения радуги. Ход светового луча в капле дождя. Виды радуги. Виды миражей. Физика миражей. Физика гало. Излучения в природе и др.).

В ходе изучения курса студенты выполняют ряд лабораторных работ. Далее по каждому из разделов курса представлены примеры тем лабораторных работ: «Изучение свободного падения тела и измерение ускорения свободного падения»,

«Изучение закона сохранения энергии», «Наблюдение распространения волн на поверхности воды» (раздел «*Механические явления в природе. Колебания и волны в природе*»), «Рост кристаллов», «Измерение среднего диаметра капилляров в теле», «Наблюдение зависимости поверхностного натяжения жидкости от температуры и природы граничащих сред» (раздел «*Тепловые явления в природе*»), «Измерение заряда электрона», «Исследование электрического разряда в газах», «Изучение движения проводника с током в магнитном поле» (раздел «*Электрические и магнитные явления в природе*»), «Наблюдение преломления света и измерение показателя преломления стекла», «Наблюдение дисперсии света», «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров испускания» (раздел «*Оптические явления в природе*») и др.

Выполнение лабораторной работы включает следующие этапы:

- подготовка сообщения из истории физики по теме лабораторной работы;
- сдача теоретического минимума по физике по заранее предлагаемым студентам вопросам (предполагается составление студентами опорного конспекта по теме);
- ознакомление с ходом выполнения лабораторной работы и подготовка физического оборудования;
- выполнение лабораторной работы;
- проведение расчетов и оформление итогов лабораторной работы;
- составление компьютерной презентации, посвященной природному явлению, в основе которого лежит физическое явление, изученное студентом при выполнении лабораторной работы;
- выявление особенностей проявления рассматриваемого природного явления в природных условиях Забайкалья (региональные особенности);
- защита лабораторной работы, сопровождаемая демонстрацией компьютерной презентации.

Таким образом, выполняя ряд лабораторных работ в рамках междисциплинарного курса «Физика природных явлений», студенты интегрируют знания из различных научных областей, включаются в виды деятельности, реализация которых будет требоваться от них на протяжении всего периода обучения в ВУЗе, например, способность к публичному выступлению и умению вести диалог, владение методами экспериментального исследования, умение работать с компьютером и др., что в целом вносит вклад в формирование компетентностей студентов.

1. Борулава М.Н. Теоретические основы интеграции образования. – М.: «Совершенство», 1998. – 210 с.
2. Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр»). URL: <http://www.edu.ru> (дата обращения 10.12.2014).

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ БАКАЛАВРАМИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Прохорова Е. И., Назаров А. И.

Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет
prokhorova@petrsu.ru

После реорганизации Карельской государственной педагогической академии студенты физико-математического факультета, обучающиеся по направлению «Педагогическое образование», перешли на физико-технический факультет Петрозаводского государственного университета. Ранее обучение проходило в педагогическом вузе, теперь будущие учителя попали в атмосферу вуза технического, в котором способ подачи материала существенно отличается.

Будущему преподавателю недостаточно просто получить знания по общей физике, ему необходимо приобрести умение доносить эти знания до учеников. Таким образом, студентов-бакалавров педагогического образования по профилю «Физика» следует обучать физике не только, акцентируя внимание на прикладном значении этой науки, но также требуется в полной мере раскрыть ее фундаментальный и методологический аспекты, даже несмотря на то, что после изучения общей физики студенты осваивают дисциплину «Методика обучения физике».

Задача обучения прикладной физике в больших по численности потоках студентов инженерных направлений подготовки решается в ПетрГУ с использованием дистанционных образовательных технологий [1]. Преподавателями кафедры общей физики разработан и апробирован комплекс сетевых образовательных модулей (СОМ) на платформе электронного обучения Blackboard, которые служат средством сопровождения самостоятельной работы студентов. В состав СОМ входят: информационный блок, методические материалы для студентов и преподавателей, тематические модули, глоссарий, справочные материалы, оценочные средства, средства коммуникации и инструментарий для обеспечения взаимодействия студентов между собой, преподавателем и информационно-образовательной средой. Измерительные материалы представлены входным, текущими и итоговыми тестами разного уровня сложности. Тематические модули, объединены общностью содержания и действий студентов. Каждый из этих модулей включает в себя: расширенный конспект лекции; презентация лекции и мультимедийные приложения к лекционному материалу; демонстрационные эксперименты – физические опыты, заснятые на видеокамеру; задания, необходимые для подготовки к практическим занятиям, а также примеры задач с разбором решения; домашнее задание – тест, содержащий задачи для самостоятельного решения; методические материалы для проведения физического практикума и лабораторные работы, реализованные на компьютере [2].

СОМ также содержит ссылки на информационно-образовательные интернет ресурсы и электронные библиотечные системы. Студентам предоставляется возможность получения консультаций у преподавателя с помощью форумов, электронной почты, журналов группы, а также инструментов Blackboard, предназначенных для ведения дискуссий в сети. Студенты имеют возможность наблюдать за результатами своей учебной деятельности в режиме онлайн и сравнивать ее со средней оценкой всех студентов, зачисленных на курс. Часть оценок выставляется автоматически, а часть – вручную с учетом критериев, задаваемых преподавателем. После беседы с преподавателем или отправки ему исправленных решений по элек-

тронной почте Blackboard оценка за тест может быть скорректирована в ручном режиме.

В отличие от преподавания курса физики бакалаврам-инженерам для студентов педагогических направлений на изучение физики выделяется большее число зачетных единиц, а студенческие группы являются малочисленными. В этой связи является целесообразным объединить преимущества традиционных методик, применяемых при подготовке инженеров и педагогов, и электронного обучения.

Отметим некоторые особенности проведения аудиторных занятий и организации самостоятельной работы студентов-педагогов. Во время лекционных занятий преподаватель предлагает студентам сделать доклады на заданные темы, имеющие прикладной характер. Студенты сами выбирают форму представления таких докладов: презентация, устное изложение, демонстрационный эксперимент, миниспектакль и т. п. С одной стороны, студенты изучают новую тему, с другой приобретут опыт преподавания. Причем обучающиеся могут преподнести новую информацию своим сокурсникам либо как ученикам в школе, либо как студентам в вузе. Первый вариант будет полезен при прохождении практики в школе, а второй – может пригодиться, если студент будет работать преподавателем в вузе. Студенты, не участвующие в представлении доклада, задают вопросы и высказывают свое мнение по представленному материалу. Как правило, в такие моменты высказываются нетривиальные мнения, даются интересные советы, основанные на собственном опыте и знаниях современного состояния физической науки.

На практических занятиях студенты приобретают умения и навыки решения задач. Традиционно со стандартными приемами их знакомит преподаватель. Наиболее эффективным в условиях слабой базовой подготовки студентов в области естественных наук и математики является подход, при котором преподаватель объясняет способы решения задач и обосновывает применение того или иного метода решения в конкретной ситуации. Далее студенты выполняют ряд аналогичных заданий, с целью закрепления навыка решения задач применительно к стандартным ситуациям, что соответствует минимальному уровню усвоения физики.

Наибольший интерес с точки зрения подготовки квалифицированного педагога вызывает выработка навыков решения эвристических задач. Здесь возможны несколько вариантов обучения. Обычно это решение у доски заданной преподавателем задачи одним из студентов на основании полученных ранее знаний при решении стандартных задач. Можно сначала задать эвристические задачи для самостоятельного решения дома, а затем обсудить способы их решения всем вместе. Существует и более трудоемкий вариант: преподаватель дает задание студентам найти (составить) и решить задачи повышенной сложности, а затем представить эти задачи и их решение в группе.

На лабораторных занятиях желательно предлагать студентам 2–3 работы, в которых необходимо проявить самостоятельность, например, в выборе необходимых приборов и сборке электрической цепи, составлении таблиц для записи результатов измерений и их обработки и т. п. Зачастую студенты не могут выразить свои мысли, поэтому при защите лабораторных работ целесообразно задавать студентам вопросы, требующие рассуждений, а не однозначного ответа, формируя тем самым общекультурные компетенции.

Профессиональные компетенции в существенной степени формируются на практиках. Молодой преподаватель вуза не имеет навыков работы со студентами и полагается на свои внутренние ощущения с точки зрения персонального опыта

обучения в вузе. Если в роли учителя он выступал на предметной педагогической практике, то в роли преподавателя ему не приходилось бывать. Основу предметной педагогической практики составляют пассивная и активная практики в школе и учебных заведениях НПО и СПО. Эти виды практики дополняются учебной практикой в стенах университета. В рамках учебной практики студенты знакомятся с современной материально-технической базой и техническими средствами обучения, приобретают умения и навыки в области демонстрационного физического эксперимента, постановки и проведения лабораторных работ.

Одним из условий успешной подготовки педагогов является организация самостоятельной работы студентов [3]. Самостоятельное выполнение заданий хорошо подготавливает студентов к творческому педагогическому труду и способствует формированию ряда общепрофессиональных компетенций. В ходе обсуждений высказываются разнообразные мнения, студенты приобретают практический навык работы в ситуации, с которой им придется сталкиваться в последующей профессиональной деятельности.

В течение семестра преподаватели проводят очные (в университете по расписанию) и заочные (по электронной почте, в социальных сетях) консультации, отвечают на вопросы студентов после аудиторных занятий. В последние годы большое внимание уделяется разработке цифровых образовательных ресурсов, к которым студенты имеют свободный доступ.

Студенты при выполнении заданий самостоятельной работы могут не ограничиваться предложенными формами и проявлять свои творческие навыки и умения, отдавая предпочтения средствам, которые им ближе. Сокурсникам интересно и полезно наблюдать различные формы представления результатов выполнения заданий, поскольку преподаватель, как правило, предлагает ограниченное разнообразие форм и методов. В качестве одного из заданий для самостоятельной работы можно предложить просмотр научного фильма. Студенты письменно формулируют свои вопросы по фильму и отвечают на вопросы преподавателя. Затем проводится обсуждение этих вопросов.

В настоящее время существует много возможностей ознакомления с зарубежным опытом педагогической деятельности. Можно принять очное участие в международных семинарах или конференциях, а в рамках программ обмена – пройти обучение в зарубежном университете, что практикуется в ПетрГУ. В связи с этим необходимо изучать иностранный язык с профессиональной (физической) направленностью. Например, можно предложить студентам найти на англоязычных сайтах видеоматериалы с физическими опытами и дать комментарии к ним; представить аннотацию современных научных экспериментов по физике и т. п.

Более того, в связи с увеличением доли самостоятельной работы в рабочих программах дисциплин целесообразно модернизировать сам образовательный процесс. Большие возможности в этом направлении предоставляют платформы электронного обучения. Желательно, чтобы электронные образовательные ресурсы, спроектированные на этих платформах, предоставляли студентам широкий выбор действий. Важно также, чтобы эти действия проводились и контролировались с помощью автоматизированных средств и реализовывались в сети – среде, удобной для студентов. Некоторые из предложенных выше заданий могут быть адаптированы для использования в Blackboard. Возможности этой платформы помогут снизить нагрузку на преподавателя, обеспечить комфортные условия обучения для студентов, позволят организовать самостоятельную работу студентов в условиях

их массовой подготовки. Следует отметить, что апробацию методик электронного обучения физике удобно проводить в малочисленных группах студентов.

1. Ершова, Н.Ю. Современные технологии инженерной подготовки как способ реализации принципа модульного обучения [Текст] / Н.Ю. Ершова, А.И. Назаров // Открытое и дистанционное образование. – 2011. – № 3(43). – С. 75 – 80.

2. Назаров, А. И. Анализ эффективности использования дистанционных образовательных технологий в бакалавриате [Электронный ресурс] / А. И. Назаров, О. В. Сергеева // Непрерывное образование: XXI век. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2014. – Вып. 3. – С. 1–24. – Режим доступа: <http://ИИ21.petsu.ru/journal/article.php?id=2444>.

3. Пакулина, С. А. Психолого – педагогическая диагностика организации, управления и руководства самостоятельной работой студентов [Текст] / Пакулина С. А. // Научные исследования в образовании. – 2008. – № 11. – С. 41 – 51.

КУРС «РАСКРЫТИЕ ИСТОРИКО-БИОГРАФИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА ФИЗИКИ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИКТ» В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Садыкова М.А.¹, Серебрякова С.С.²

Чита, Россия, Забайкальский государственный университет

¹marina702005@yandex.ru

²ssszspu@rambler.ru

Подготовка будущих педагогов к раскрытию историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) обусловлена требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного и среднего (полного) общего образования.

С одной стороны, решение всего комплекса задач, стоящих перед современным образованием (формирование современных представлений о науке и закономерностях ее развития; раскрытие ценностных ориентиров содержания учебного курса физики; воспитание патриотизма и чувства гордости за отечественную физическую науку, уважения к творцам науки и техники и др.) не представляется возможным без обращения к личности великих ученых. С другой стороны, в рамках системно-деятельностного подхода, лежащего в основе современных Стандартов, широкое распространение в школьном образовании должна получить проектная и исследовательская деятельность учащихся с применением ИКТ.

Поэтому реализация историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с использованием ИКТ можно считать перспективным направлением реализации требований новых стандартов школьного образования.

Раскрытие историко-биографической составляющей физической науки через проектную деятельность с применением ИКТ будет невозможным без понимания самим учителем общекультурного значения физики; без знаний им истории науки и техники в контексте культуры в целом, и историко-биографической составляющей науки в частности; без достаточного уровня владения средствами ИКТ; без осознания им необходимости и значимости реализации историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с применением ИКТ; без целостного представления о теоретико-методических осно-

вах и практических умений по реализации данной работы.

Это предопределяет целесообразность организации специальной подготовки будущих учителей физики к раскрытию историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с использованием ИКТ. Для реализации такой целенаправленной подготовки, на наш взгляд, необходимо в профессионально-образовательную программу подготовки студентов по направлению 050100.68 «Педагогическое образование», магистерская программа «Физическое образование» включить учебный курс **«Раскрытие историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с применением информационно-коммуникационных технологий»**.

Информационную составляющую содержания данного курса можно представить через проблемно-предметное поле курса, в котором выделены две содержательные области: *предметная* – историко-биографический компонент содержания учебного курса физики и *методическая* – общие и частные проблемы теории и методики раскрытия историко-биографического материала через проектную деятельность с использованием ИКТ. Предлагаемый курс базируется на ряде курсов, предусмотренных программой подготовки магистрантов («История науки и философские проблемы физики», «Физика в системе культуры», «История физики», «Избранные вопросы физики», «Общекультурная составляющая школьного курса физики», «Историко-культурный компонент физической науки в учебном курсе физики», «Информационные технологии в профессиональной деятельности» и др.), углубляет и расширяет полученные знания, способствует дальнейшему формированию компетенций.

Раскроем содержание и некоторые особенности курса.

Программа

«Раскрытие историко-биографического компонента содержания курса физики через проектную деятельность с применением информационно-коммуникационных технологий»

1. Наука и Культура. История физики. Историко-биографический компонент содержания учебного курса физики.

Современные тенденции развития науки, техники и культуры в целом. Физика и культура. Общекультурная составляющая физики. История науки. Физика в развитии. Содержательные элементы историко-биографической составляющей физической науки. Значение изучения историко-биографического материала в школьном физическом образовании. Виды историко-биографического материала (учебная биография, биографические фрагменты и факты) и критерии отбора его содержания.

2. Историко-биографическая составляющая науки в проектной деятельности с использованием ИКТ как требование современного стандарта

Федеральный государственный стандарт общего образования (ФГОС ОО). Требования современного стандарта. Необходимость и значимость отражения историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с использованием ИКТ.

3. Теоретико-методические основы отражение историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с использованием ИКТ

3.1. Проекты историко-биографического характера. Типы проектов историко-биографического характера. *Моно-проекты* – проекты, направленные на получение и первичную обработку информации об отдельных сторонах жизни и творчества ученых-физиков. *Поли-проекты* – проекты, направленные на изучение и представление в единстве и целостности разных аспектов жизни и творческой деятельности ученого. *Параллель-проекты* – проекты, предполагающие глубокое осмысление жизни и творчества двух и более представителей культуры для сравнительно-сопоставительного анализа их жизни и творчества.

3.2. Информационно-коммуникационные технологии и историко-биографический компонент в проектной деятельности при изучении учебного курса физики.

Основы ИКТ. Средства информационно-коммуникационных технологий, используемые в ходе реализации проектов с историко-биографическим содержанием.

4. Историко-биографический компонент содержания учебного курса физики в проектной деятельности с использованием ИКТ на конкретном учебном материале.

Разработка вариантов реализации различных типов проектов историко-биографического характера с использованием ИКТ: презентаций, фотоколлажей, цифровых рассказов, веб-страниц, электронных журналов, сайтов, документальных или постановочных фильмов, виртуальных путешествий, виртуальных экскурсий и др.

Содержательной основой подготовки будущих педагогов к реализации историко-биографического компонента содержания учебного курса физики, основным средством формирования профессиональных компетенций, а также основой самостоятельной работы студентов в рамках предлагаемого курса являются задания различных типов. Такие задания различаются по содержанию, по форме организации познавательной деятельности студентов (индивидуальные и групповые), по характеру (учитывающие индивидуальные интересы, склонности и уровень подготовки учащихся).

Так, по содержанию задания можно разделить на две группы:

I. Задания предметно-содержательного характера. Они непосредственно связаны с изучением историко-биографической составляющей физической науки через проектную деятельность с использованием ИКТ и включают задания разных типов, различающиеся по источникам информации, по содержанию и охвату информации, по характеру и уровню познавательной деятельности, по представлению и оформлению результата деятельности.

II. Задания методического характера. Они позволяют студентам овладеть теоретико-методическими основами раскрытия историко-биографического компонента содержания учебного курса физики с применением ИКТ. Данные задания предназначены студенту как будущему учителю.

Приведем примеры заданий.

Задания предметно-содержательного характера

1. Дайте характеристику научного наследия ученого как памятника культурного наследия человечества (например «Диалоги», «Беседы» Г. Галилея; «Математические начала натуральной философии», «Оптика» И. Ньютона и др.). Раскройте: 1) историю создания научного произведения; 2) историю его опубликования; 3) структуру работы; 4) научное и общекультурное значение научного труда ученого.

2. Проведите параллель: Огюстен Френель – Томас Юнг. Оформите результаты сравнения в форме таблицы. Выделите особенности творчества и жизни этих

двух ученых, воспользовавшись различными источниками информации.

3. Выполните проект, посвященный ученым-физикам, имена которых увековечены в названиях единиц измерения физических величин, теорем, законов, методов, эффектов и др.

4. Разработайте и осуществите проект из цикла «Только факты», посвященный Андре Мари Амперу – основоположнику электродинамики, универсальному ученому, имеющему заслуги в области математики, химии, биологии, лингвистики и философии. Проект выполните с использованием ИКТ.

Задания методического характера

1. Дайте характеристику различным типам проектов историко-биографической направленности: моно-проекты, поли-проекты и параллель-проекты. Приведите примеры.

2. Раскройте возможности ИКТ при организации проектной деятельности при изучении историко-биографической составляющей физической науки.

3. Предложите варианты проектных заданий при изучении историко-биографической составляющей раздела «Электродинамика» с применением ИКТ.

4. Разработайте критерии оценивания проектной деятельности школьников по изучению историко-биографического материала с применением ИКТ.

1. Бордонская Л.А. История физики в контексте культуры: Люди науки / Л.А. Бордонская, С.С. Серебрякова, Т.Г. Филиппова; Забайкал. гос. ун-т. – Чита, 2014.-210 с.

2. Ладыгина И.А., Садыкова М.А., Серебрякова С.С. Подготовка студентов-магистрантов к раскрытию историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность с применением информационно-коммуникационных технологий // Ученые записки ЗабГУ. Серия «Профессиональное образование, теория и методика обучения». 2014. № 6 (59). С. 23-32.

3. Садыкова М.А., Серебрякова С.С. Изучение историко-биографического материала на основе метода проектов с использованием ИКТ в обучении физике // Материалы XII Международной научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития», посвященной 90 –летию со дня рождения С.Е. Каменецкого. Часть 1. – М.: МПГУ, 2013. – с. 221 – 225.

ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ

Темнов Д.Э.^{1,2}, Фомичева Е.Е.^{1,2}

¹Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

²Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
tde@ Herzen.spb.ru, e.e.fomicheva@gmail.com

Одна из задач современной образовательной системы, определяемая Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) среднего (полного) общего образования [1] – формирование у учащихся:

– умения самостоятельно определять цели и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность;

– готовности и способности к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую

из различных источников.

Для реализации данной задачи среди прочих инструментов можно использовать и проектно-исследовательский метод, введенный в процесс обучения стандартом последнего поколения.

ФГОС высшего образования предусматривает освоение студентом компетенций, связанных с поиском, обработкой и анализом информации [2]. Выпускник педагогического вуза должен быть знаком и с проектно-исследовательской деятельностью, которой ему предстоит заниматься со своими учениками.

Вышесказанное показывает актуальность проведения проектно-исследовательской работы студентами педагогического вуза.

Сотрудниками кафедры общей и экспериментальной физики и лаборатории цифровых образовательных ресурсов и педагогического проектирования факультета физики РГПУ им. А.И. Герцена в рамках преподавания курса общей физики разработан комплекс проектно-исследовательских работ, продолжающий знакомство студентов с исследовательской деятельностью, начатое в школе.

Следует различать проект и исследовательскую работу. Исследовательская деятельность связана с решением учащимися творческой задачи с заранее неизвестным решением. Этим она отличается от проектной деятельности, которая предполагает четкое прогнозирование результата и ясное представление о конечном продукте деятельности [3]. Результатом проекта обязательно является какой-то осязаемый продукт – видеофильм, модель, макет и т.д.

Кафедра общей и экспериментальной физики предлагает студентам в рамках изучения курса общей физики в дополнение к лабораторным работам и семинарским занятиям выполнение проектно-исследовательских работ. Работа по данному виду деятельности организована при помощи виртуальной обучающей среды Moodle [4]. Выбор данной платформы обусловлен несколькими факторами:

- доступность. Виртуальная среда Moodle распространяется свободно и достаточно проста в установке. Не требует больших ресурсов от компьютера;
- многофункциональность. Moodle предоставляет пользователю широкий спектр возможностей для размещения теоретического материала и заданий;
- гибкость и функциональность оценивания работ. Оценивание работы может производиться автоматически системой, исходя из критериев, определенных преподавателем. Также можно оценить любую работу вручную. Преподаватель имеет возможность просматривать оценки как каждого студента в отдельности, так и группы в целом. Имеется возможность просмотреть все попытки выполнения задания, осуществленные студентом; провести анализ оценок каждого студента и группы в целом.

Преподаватель предлагает на выбор учащихся список тем по изучаемому ими разделу физики, которые углубляют и расширяют лекционный курс. В качестве тем для исследований могут быть выбраны темы реферативного характера: студент собирает и анализирует информацию, отвечая на поставленные перед ним вопросы. Например, при изучении механики можно дать студенту задание по более глубокому изучению и систематизации уже полученных знаний о понятии «масса». Студенту предлагается более подробно познакомиться с понятиями гравитационной и инертной масс, изучить, что за масса стоит в знаменитой формуле $E = mc^2$. При изучении курса «Электричество и магнетизм» можно предложить исследование на тему «Электричество в природе», при выполнении которого проводятся межпредметные связи с биологией, экологией, химией. Другой вид предлагаемых для ис-

следования тем требуют от студента не только анализа информации, но и самостоятельных решений физических задач. Например, при изучении термодинамики можно предложить тему «Вечные двигатели». Студенту помимо сбора информации о теории и истории предмета исследования предлагается найти и проанализировать информацию о нескольких моделях вечных двигателей, предложенных в разное время учеными, и объяснить, почему конкретный вечный двигатель не может работать в реальности.

По каждой теме в среде Moodle преподавателем размещается следующая информация:

- описание исследуемого явления, закона, физической величины и т.д.;
- постановка задачи;
- план работы;
- несколько ссылок на интернет-ресурсы, которыми можно воспользоваться при выполнении исследования;
- книги, статьи или ссылки на них;
- мультимедиа-файлы, видеоролики.

На первом этапе студент знакомится с предложенной для исследования темой, пользуясь размещенной преподавателем информацией. Затем проводит поиск и анализ материалов по изучаемой теме. Третий этап заключается в самостоятельном решении поставленных физических задач. И, наконец, на заключительном этапе студент формирует отчет. Отчет выполняется в среде Moodle и может состоять из текста, содержащего поясняющие рисунки и таблицы, электронной книги, моделей, видео- и аудиофайлов. Если речь идет о проектной работе, то в качестве продукта может быть создана электронная книга, глоссарий, база данных.

Moodle позволяет работать над одной темой вдвоем или в группе. Модуль «Вики» (“Wiki”) позволяет участникам совместно добавлять и редактировать набор связанных веб-страниц. В «Вики» сохраняется история предыдущих версий каждой страницы с перечислением изменений, сделанных каждым участником [4].

Занятие, посвященное защите работ, можно предварить знакомством каждого студента с работами однокурсников. Модуль «Семинар» предоставляет студентам возможность оценить одно или несколько представлений своих сокурсников. Представляемые работы и рецензии, если требуется, могут быть анонимными [4].

Пример исследовательской работы на тему «Вечные двигатели» (рис. 1). Преподаватель размещает в среде Moodle теоретическую информацию о том, что называют вечными двигателями первого и второго рода; формулировки первого и второго начал (законов) термодинамики; комментарии к этим законам, поясняющие невозможность создания вечного двигателя. Там же размещаются описания нескольких «вечных» двигателей с пояснениями, почему их создание невозможно. Эти описания можно проиллюстрировать не только рисунками, но и видеороликами, которые демонстрируют работу этих «вечных» двигателей. Помимо теории преподаватель размещает файл с ссылками на литературу и ресурсы интернета по теме работы. Также можно прикрепить какие-либо статьи в pdf, doc, djvu-форматах. Далее размещается файл с заданием. В качестве задания студенту предлагается проанализировать различные модели «вечных» двигателей и объяснить, почему невозможно их реальное создание. В качестве дополнительного задания студенту предлагается посмотреть видеоролики, иллюстрирующие работу «вечных» двигателей, и предложить объяснения, к каким хитростям прибегнул автор ролика, чтобы заставить смоделированный им «вечный» двигатель работать. В ка-

честве отчета студент создает электронную книгу, в которой описывает проанализированные им модели, приводит иллюстрации и объяснения ошибок в рассуждениях создателей этих моделей.

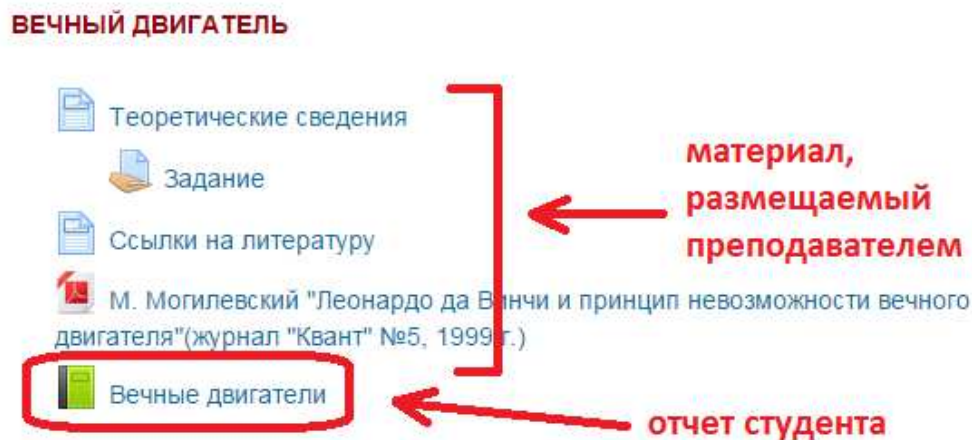


Рис. 1. Скриншот темы «Вечный двигатель», размещенной в системе Moodle

Выводы:

1) студентам, изучающим курс общей физики, предложен новый вид заданий в дополнение к лабораторным работам и семинарским занятиям – проектно-исследовательская работа. Данный вид работы помогает получить навыки поиска и анализа информации, необходимые при написании курсовых и дипломных работ. Студентам педагогического вуза знакомство с проектно-исследовательской работой помогает в дальнейшем при организации этого вида деятельности со школьниками;

2) выполнение заданий организовано посредством виртуальной обучающей среды Moodle в силу ее многофункциональности и простоты пользования.

1. <http://www.rg.ru/2012/06/21/obrstandart-dok.html>
2. http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/030302_Fisika.pdf
3. Чучуй Л.А. Проектно-исследовательская деятельность учащихся как средство повышения учебной мотивации при изучении математики (<http://festival.1september.ru/articles/579833/>)
4. <https://moodle.org/>

ПРЕИМУЩЕСТВЕННОСТЬ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Федорова Н.Б.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

n.fedorova@rsu.edu.ru

Непрерывность и достижение качества образования заложено в новых федеральных государственных образовательных стандартах для среднего и высшего образования, согласно которым все обучающиеся на всех уровнях обучения должны быть готовы к саморазвитию и непрерывному образованию, проектированию и конструированию развивающей образовательной среды, активной учебно-познавательной деятельности.

Уделяя особое внимание высшему образованию, комиссия Европейского общества опубликовала «Меморандум о высшем образовании», в котором сформулированы основные направления развития и преобразований высшей школы европейских стран, а созвучные положения Сорбонской и Болонской деклараций требуют реформирования отечественного образования на всех его уровнях [1].

В российском образовании основными нормативно-правовыми инструментами являются федеральные государственные образовательные стандарты среднего общего образования и высшего профессионального образования по направлениям подготовки бакалавров и магистров, которые призваны изменить качество образования, обеспечить контроль качества деятельности образовательного учреждения, реализацию непрерывного физического образования, развитие личности обучающегося, а также стимулирование инновационных аспектов деятельности педагога.

Согласно этим документам важную роль играет система оценки качества образования. Несмотря на то, оценка качества предусмотрена в стандартах образования, в действительности есть большие различия в самом понимании этой оценки, которое колеблется в широких пределах, – от необходимости усиления контроля за счет расширения и совершенствования отчетности до сведения оценки качества преимущественно к самооценке учебного заведения. Тем не менее, оценка качества образования основывается на двух составляющих: внутренней (самооценка) и внешней, причем конкретные показатели определения этих составляющих весьма различны. Не менее важным показателем качества образования является и наличие квалифицированного профессорско-преподавательского состава. На федеральном уровне утверждены качественные показатели, характеризующие квалификационную структуру кадрового состава образовательных учреждений различного вида (институт, академия, университет).

В непрерывном физическом образовании основными ключевыми признаками являются: новые базовые знания для всех рост видов инвестиций в человеческий ресурс, инновационные методики преподавания, новая система оценки полученного образования, обновление образовательных стандартов, система поддержки талантливой молодежи, развитие учительского потенциала, системность и последовательность приобретения элементарных и фундаментальных знаний по физике и по предметам естественно-математического цикла, таким как математика, химия, биология, экология и другие на всех уровнях обучения.

Навыки непрерывного образования, умение обучаться в течение всей жизни, выбирать и обновлять профессиональный путь следует формировать уже со школьной скамьи. Школьное образование сегодня – самый длительный этап формального обучения каждого человека. Именно школьное образование способствует переходу от дошкольного детства, через семью и школу к осознанному выбору профессиональной деятельности, к реальной самостоятельной жизни. От того, какой будет школьная действительность, система отношений школы и общества, зависит во многом и успешность в получении профессионального образования, и вся система гражданских отношений. От подготовленности и целевых установок школьников зависит их благосостояние и благосостояние будущих поколений, насколько современным и интеллектуальным будет общее образование, насколько будет обеспечен инновационный путь развития страны.

Поэтому школьники должны быть вовлечены в исследовательские проекты, творческие занятия, в ходе которых они научатся изобретать, осваивать новое, быть открытыми и способными выражать собственные мысли, уметь принимать

решения и помогать друг другу, формулировать интересы и осознавать возможности. Но при этом необходимо учитывать возрастные особенности и отличия в организации начальной, основной и старшей школы, склонности и интересы каждого возраста.

Изменение школьной практики соответственно приводит к изменениям и в системе непрерывного физического образования. Возрастает роль субъектов образовательного процесса к реализации инновационных программ бакалавриата и магистратуры, использования современных образовательных и информационно-коммуникационных технологий.

В таких условиях одним из изменений системы непрерывного физического образования является ориентация на новые образовательные результаты – формирование компетенций обучающихся на каждом уровне обучения.

К началу работы нами над проблемой непрерывного физического образования в нашей стране отсутствовала система организации, управления и контроля качества непрерывного физического образования от средней школы, вуза до курсов повышения квалификации. Нарушение системности и преемственности между школьным и вузовским уровнями физического образования требует решение данного вопроса с точки зрения непрерывного физического образования.

Преемственность среднего и высшего физического образования следует видеть в развитии направленности личности, в тенденциях возрастного развития старшеклассника и студента, в зависимости от их самоопределения, формирования мировоззрения и нравственно-профессиональных качеств специалиста. При этом смысл между средним и высшим физическим образованием заключается в том, чтобы вчерашний школьник стал субъектом образовательного процесса более высокого уровня обучения физике, обладал готовностью к принятию новой социальной роли, был адаптирован к специфике образовательного процесса в вузе, самовоспитанию и успешному приобщению к будущей профессии.

Нами предпринята попытка соотнести компетенции, формируемые на каждом уровне обучения физике и показать их преемственность в формировании и развитии при переходе между уровнями обучения.

При переходе от школы к вузу и курсам повышения квалификации учителей физики происходит повышение уровня коммуникативных и организаторских способностей.

В качестве примера в таблице 1 представлена преемственность двух компетенций обучающихся на всех уровнях физического образования: средняя школа – бакалавриат по направлению «Педагогическое образование» (физика) – магистерская программа «Приоритетные направления науки в физическом образовании» по направлению «Педагогическое образование» - курсы повышения квалификации учителей физики. Установление преемственности компетенций обучающихся позволяет наблюдать их становление и развитие в системе непрерывного физического образования при соблюдении преемственности в построении образовательных программ и учебных курсов, а также методов их изучения.

Таблица 1. Преемственность компетенций обучающихся

Компетенции обучающихся	Выпускники средней школы	Выпускники бакалавры	Выпускники магистры	Учителя
Коммуникативная	Коммуникативная (коммуникативные и организаторские способности, общительность)	<u>ОК-6</u> способность логически верно выстраивать устную и письменную речь <u>ОК-7</u> готовность к взаимодействию с коллегами, к работе в коллективе <u>ОК-16</u> способностью использовать навыки публичной речи, ведения дискуссии и полемики <u>ОПК-3</u> владение основами речевой профессиональной культуры <u>ОПК-5</u> способность к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания <u>ПК-6</u> готовность к взаимодействию с учениками, родителями, коллегами, социальными партнерами	<u>ОПК -1</u> готовность осуществлять профессиональную коммуникацию на государственном (русском) и иностранном языках	Способность устанавливать контакты с внешней и внутренней средой.
Развития	Самооценка (потенциальные способности ученика, стремление к саморазвитию)	<u>ОПК-4</u> способность нести ответственность за результаты своей профессиональной деятельности	<u>ОК-1</u> способность совершенствовать и развивать свой обще интеллектуальный и общекультурный уровень <u>ОПК-2</u> способность осуществлять профессиональное и личностное самообразование, проектировать дальнейший образовательный маршрут и профессиональную карьеру	Известность. Потребность и способность заниматься преподавательской деятельностью.

1. Memorandum of Higher Education in the European Community [Text] // Commission of the European Communities. – Brussels, 1991.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ-ФИЗИКОВ

Федосенко Е.А., Федосенко Т.Н., Гольдаде В.А.

Гомель, Беларусь, Государственное учреждение образования «Гомельский
государственный университет им. Ф. Скорины»
efedosenko@gsu.by

В настоящее время система образования проходит этап бурного и непрерывного реформирования. В таких условиях трудно добиться высокого уровня профессиональной подготовки педагогов-физиков, так как их обучение проходит в условиях плохо отработанных учебных программ и новаторских методик преподавания. Студенты зачастую получают отрывочные и не систематизированные знания, что затрудняет применение их на практике, снижает познавательный интерес и мотивацию к профессиональному росту.

Однако, учитывая направленность современной молодежи на получение знаний, имеющих практический, прикладной характер, можно успешно использовать педагогическую практику для устранения пробелов в педагогической и научной подготовке, а главное, для возбуждения у студентов интереса к будущей профессии, раскрытия творческого потенциала и формирования профессиональной ответственности.

Для достижения поставленных целей студенты четвертого и пятого курсов физического факультета Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины проходят педагогическую практику в школах, где есть классы с углубленным изучением различных предметов. Например, в СШ № 30 г. Гомеля есть классы с музыкальной направленностью, спортивные классы и классы с углубленным изучением физики и математики. Организаторы практики стараются распределить студентов по классам так, чтобы они имели возможность давать уроки физики в классах с различной направленностью.

Таким образом, практиканты в своей работе сталкиваются с необходимостью адаптировать материал и ход урока к уровню понимания школьников с различными познавательными запросами. При проведении урока физики по одной и той же теме в классе с музыкальной направленностью и спортивном классе нужно применять совершенно различные педагогические приемы, искать подходящие для данной группы учащихся средства подачи материала. В результате наблюдений практиканты установили, что в классе с музыкальным уклоном учатся преимущественно дисциплинированные спокойные дети, имеющие склонность к гуманитарным наукам, в то время как точные науки требуют от них большого напряжения сил. При подготовке урока в этом случае студентам-практикантам нужно рекомендовать больше времени уделять объяснению и закреплению материала. Практиканты обращают внимание на то, что в этом классе дети старательны и трудолюбивы и при должном терпении педагога, несмотря на то, что их интересы далеки от точных наук, могут усвоить школьную программу довольно хорошо.

Другие подходы требуются при проведении уроков физики в спортивных классах. Ученики этих классов отличаются активностью, живостью характера и значительно меньшим прилежанием, чем, например, в музыкальном классе. Учитывая эти особенности, студенты в ходе урока стараются максимально использовать все средства, позволяющие удержать внимание учащихся на изучении предмета. Активно используются в этом случае физический эксперимент, демонстрации с

применением средств мультимедиа, для иллюстрации физических явлений и законов приводятся примеры из спорта. При этом, поскольку все демонстрации и эксперименты проходят при повышенном эмоциональном возбуждении, студентам приходится особенно внимательно следить за поддержанием в классе дисциплины и порядка и одновременно создавать творческую атмосферу.

При проведении уроков в физико-математическом классе основательной проверке подвергаются и собственные знания предмета практикантами. Здесь от них требуется не только расширенная и углубленная подача материала, но и способность ответить на «каверзные» вопросы школьников, имеющих иногда глубокие знания и проявляющих интерес к физике. Иногда по одной и той же теме студентам приходится готовить различные планы-конспекты уроков в зависимости от того, в каком классе будет этот урок проходить.

При такой организации педагогической практики наиболее полно раскрывается творческий потенциал студентов. Некоторые практиканты предлагают свои оригинальные формы уроков и внеклассных мероприятий, чтобы заинтересовать школьников физикой. Так, студенты четвертого курса провели урок контроля знаний в форме физического турнира между спортивным и музыкальным классами. Турнир требует серьезной подготовительной методической и организаторской работы, но студенты с энтузиазмом и большим интересом занимались разработкой заданий и методикой проведения этого урока.

Развитие представлений учащихся о физической картине мира является не только образовательной, но и важной воспитательной задачей. В качестве воспитательного мероприятия студент пятого курса Блохов Д. А. в классе со спортивным уклоном провел классный час «Физика в Олимпийских видах спорта». Беседа сопровождалась компьютерной презентацией, разработанной самим студентом. Цель беседы состояла в раскрытии связи между спортом и современными научными достижениями. Школьники узнали, как развитие физической науки влияет на совершенствование спортивного инвентаря и улучшение спортивных достижений.

В разное время практикантами проводились внеклассные мероприятия со школьниками «Физики – участники Великой Отечественной Войны», познавательная физическая игра «Что, где, когда?», различные физические викторины и конкурсы.

Большое внимание при проведении педагогической практики уделяется профориентационной работе практикантов со школьниками. Студенты проводят экскурсии на физический факультет университета для выпускников школ, где школьники могут познакомиться не только с номенклатурой специальностей и преподавателями факультета, но и посетить научные лаборатории, узнать о проводимых научных исследованиях и новейших достижениях физической науки. В связи со снижением в последние годы интереса молодежи к точным наукам и демографическим спадом, профориентационная работа имеет все большее значение.

После прохождения практики у студентов усиливается мотивация к обучению, возрастает интерес к выбранной профессии, раскрывается творческий потенциал.

Проведение педагогической практики студентов высших учебных заведений является неотъемлемой частью профессионально-педагогической подготовки будущих учителей и тесно связано с общей системой образовательно-воспитательного процесса. Практика играет существенную роль в формировании у студентов целостного знания о передовом опыте и овладении современными тех-

нологиями обучения и воспитания.

Успешное проведение практики требует координации усилий как педагогического коллектива школы, в первую очередь учителей физики и классных руководителей, так и руководителей практики от кафедры общей физики, педагогики и психологии. Совместная плодотворная работа школьных педагогов и преподавателей вуза дает возможность студентам творчески применить научно-предметные и психолого-педагогические знания на практике.

РАЗВИВАЮЩИЕ РЕСУРСЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ В ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПРОБЛЕМНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Ханин Д.С.

Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
sinklit@mail.ru

Содержание настоящего сообщения является продолжением начатого в предыдущих работах [1-3] обоснования необходимости специализации студентов в определенной проблемной области физики при подготовке педагогических кадров и посвящено раскрытию развивающих ресурсов в образовательном потенциале специализации.

В качестве предметного материала, на котором конкретизируется реализация указанных ресурсов, выступает содержание проблематики нанофизики и нанотехнологий [4-7]. Целесообразность привлечения в качестве предметной основы специализации указанной проблематики предопределяется рядом особенностей его содержания и процесса развития, в том числе:

- проблемным характером решаемых задач;
- мультидисциплинарностью содержания проблематики;
- множественностью направлений поиска;
- базированием на представительных в информационном и методологическом аспектах фундаментальных знаниях;
- единством фундаментальных и прикладных составляющих содержания;
- незавершенностью содержания, состоянием его непрерывного развития;
- полнотой комплекса востребованных подходов и методов.

Отметим в первую очередь открываемые специализацией в рассматриваемой проблемной области таких базовых для профессиональной деятельности учителя свойств как осознанность, личностная включенность в процесс приобретения новых знаний, системность, целостность, методологичность, полидисциплинарность и качеств мысли: целенаправленности, конструктивности, продуктивности, динамичности, критичности, открытости новому, самостоятельности, индивидуальности стиля.

Первостепенное значение в рассматриваемом аспекте имеет развитие у обучающихся в процессе специализации физического понимания. В содержании осваиваемой проблематики оказывается востребованным высший его уровень – прогнозирование новых явлений (свойств) на основе развиваемых модельных представлений [8]. Так, полупроводниковая электроника перешла от использования существующих веществ к конструированию новых веществ. Важное значение при этом получают “кристаллы созданные человеком” и инженерия электронных спек-

тров, так что квантовая теория твердого тела выступает здесь как инженерная наука – ориентационная основа и движущая сила современных наукоемких технологий.

Весьма важны и приобретаемые в результате специализации принципиально важные для учителя умения:

- оценки своих возможностей и дефицитов в реальных ситуациях;
- определения необходимого образовательного содержания текущей работы, постановки и решения задач самообразования;
- практического применения личностных знаний для решения значимых проблем и задач;
- воплощения принятых решений в материальные формы;
- продуктивного использования приобретенных знаний для дальнейшего обучения и работы.

Будучи выработанными, эти умения способствуют формированию таких значимых для учителя личностных качеств, как:

- готовности к непрерывному образованию и, что весьма важно, к самообразованию;
- стремления к выявлению и решению проблем, изысканию необходимых для этого методов и средств;
- способности к осознанному, адекватному ситуации, построению программы собственных действий её реализации;
- ответственности за свои решения.

Значительную роль в части развивающих ресурсов специализации будущих учителей физики в определенной предметной области играет формирование у них действенной готовности к осуществлению профессионально значимых для педагога видов деятельности:

- проблемно-детерминированного сбора и анализа информации, конструирования на основе её анализа новых знаний в проблемной среде;
- дидактического преобразования содержания современной проблематики, приведения его в соответствие с познавательными возможностями обучающихся;
- критически рефлексивного анализа результатов и процесса их получения.

Практическое использование развивающих ресурсов специализации может способствовать формированию у обучающихся столь важной для педагога компетентности, как способности к обновлению своих компетентностей [9].

1. Ханин Д.С. Учебная модель специализации студентов в предметной области при освоении физики [Текст] / Д.С. Ханин, С.Д. Ханин // Физика в системе современного образования (ФССО-13) [Текст]: материалы XII Международной конференции. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. - 2013.- Т. 1. - С. 363-366.

2. Ханин Д.С. Специализация студентов в проблемном поле предметного материала при подготовке педагогических кадров по физике [Текст] / Д.С. Ханин, С.Д. Ханин // Физика в системе современного образования (ФССО-11) [Текст]: материалы XI Международной конференции. - Волгоград: Изд-во ВГСПУ "Перемена", 2011. - Т. 1. - С. 384-387.

3. Ханин Д.С. Специализация студентов в предметной области как средство реализации исследовательского обучения [Текст] / Д.С. Ханин, С.Д. Ханин // Физика в системе современного образования (ФССО-15) [Текст]: материалы XIII Международной конференции. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена

4. Остроумова Ю.С. Обучение физическим основам современных наукоемких технологий при подготовке педагогических кадров: вопросы теории и практики [Текст] / Ю.С. Остроумова. - СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. – 123 с.

5. Остроумова Ю.С. Подготовка студентов - будущих учителей в области современных наукоемких технологий в контексте инновационного развития педагогического образования [Текст] / Ю.С. Остроумова // Вестник Северо-западного отделения Российской академии образования [Текст]. – 2013. - 1 (13). - С. 6-10.

6. Остроумова Ю.С. Проблематика современных научно-технических достижений как составляющая содержания подготовки педагогических кадров по физике [Текст] / Ю.С. Остроумова, С.Д. Ханин // Физика в системе современного физического образования: материалы XII Международной научной конференции [Текст]. - Петрозаводск, 2013. - Т. 1. - С. 31-34.

7. Остроумова Ю.С. Формирование у будущих учителей физики готовности к освоению содержания современных наукоемких технологий [Текст] / Ю.С. Остроумова, В.П. Соломин, С.Д. Ханин // Физическое образование в вузах [Текст]. - 2012. - Т. 18, № 1. - С. 62-74.

8. Кондратьев А.С. Физическое понимание и его уровни [Текст] / А.С. Кондратьев // Вестник Северо-западного отделения РАО [Текст]. – 1998. – Вып. 2. – С. 137-144.

9. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения [Текст] / А.Г. Асмолов // Педагогика [Текст]. – 2009. - № 4. - С.18-22.

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ СТУДЕНТОВ В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Ханин Д.С., Ханин С.Д.

Санкт-Петербург, Россия, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
sinklit@mail.ru

Исследовательское обучение было и остается одним из наиболее эффективным при освоении физики. Применительно к нему в теории обучения разработана концепция, принципы и основанные на них методические подходы и приемы [1-6]. Однако практическая реализация исследовательского обучения встречает значительные трудности. Особенно сложна его реализация на должном уровне в необходимом объеме при подготовке будущих учителей физики в педагогических вузах, в учебных программах которых доминирует общий курс физики, а специальные физические дисциплины, отражающие содержание современной проблематики физических исследований занимают весьма ограниченное место. Вместе с тем, задача формирования исследовательского подхода при подготовке педагогических кадров по физике со временем только актуализируется [5].

В настоящем сообщении показывается, что важным средством реализации исследовательского обучения по физике является специализация студентов в определенной предметной области, осуществляемая непрерывно на протяжении всего обучения, начиная с общего курса физики.

Целесообразность специализации в рассматриваемом аспекте обусловлена рядом причин, к основным из которых относятся следующие:

1. Предоставление достаточного временного ресурса для изучения выбранной проблематики. Это позволяет преодолеть одну из основных трудностей в организации исследовательского обучения, связанную с большим объемом преподаваемых знаний, что делает их неизбежно фрагментарными и обеспечить возможности углубленного и системного освоения выбранной проблематики.
2. Продуктивность исследовательской деятельности и связанные с этим заин-

тересованность студентов в ней, удовлетворенность её результатами и здоровый исследовательский азарт.

3. Познавательная самостоятельность обучающихся, уровень которой может повышаться в процессе специализации вплоть до высшего уровня – целостного самостоятельного исследования, начиная с постановки проблемы [7].
4. Проблемно-ориентированный подход к освоению ведущих методов научных исследований, что в совокупности с указанными выше факторами, может обеспечивать сущностное (неформальное) и деятельностное освоение необходимых методов.
5. Построение процесса изучения выбранной проблематики в логике деятельности. Это позволяет существенно усилить присущую исследовательскому обучению методологическую направленность содержания образования и, кроме того, придать ему контекстный характер, что способствует формированию готовности к решению профессиональных задач.
6. Задействованность в процессе специализации всех необходимых для изучения выбранной проблематики методов и средств в соответствующих её содержанию последовательности и пропорциях. В отличие от принятого в практике обучения подхода, когда обучающимся предлагаются задачи, которые “можно решить, как нужно”, с использованием отработываемых методов, специализация в определенной предметной области с необходимостью предполагает, что решаются задачи, которые “нужно решить, как можно”, с использованием самостоятельно выбранных методов и средств. Тем самым специализация в определенной предметной области придает исследовательскому обучению целостный характер [5,6].
7. Интегративный характер востребованных знаний (моно- и полидисциплинарных), открывающиеся возможности синтеза фундаментальных и прикладных знаний как необходимые условия формирования и реализации творческого потенциала личности средствами исследовательского освоения предмета.
8. Открывающиеся возможности выработки индивидуального стиля деятельности.
9. Востребованность сотрудничества, коллективной работы, что отвечает необходимости развития у обучающихся способностей к продуктивной коммуникации.
10. Востребованность и, соответственно, развитие способностей к критической оценке достигнутых результатов и процесса их получения. В совокупности с приобретением реализованного опыта продуктивной поисково-познавательной деятельности это обеспечивает выполнение исследовательским обучением своей развивающей личностной функции.

Возможности, открываемые в исследовательском обучении специализацией, осуществляемой в соответствии с ранее предложенной её учебной моделью [8], конкретизируются в докладе на примере специализации в области электроники металллоксидных структур с функциональными элементами микро- и нанометровых размеров.

1. Кондратьев А.С. Физическое образование как учебная модель науки А. С. Кондратьев // Тезисы докладов IV Международной конференции ФССО-97. – Волгоград.: Перемена, 1997. – С. 27-28.
2. Кондратьев А.С. Современная парадигма теории обучения физике [Текст] / А.С. Кондратьев // Современные проблемы физического образования [Текст]: материалы региональной научно-методической конференции. - СПб.: Образование, 1997. - С. 3-4.
3. Кондратьев А.С. Физика как учебный предмет высшей и средней школы на рубеже 21 века / А. С. Кондратьев // Тезисы докладов V Международной конференции ФССО-99. – СПб.: РГПУ им.А.И. Герцена, 1999. – Т.1. – С. 21-23.
4. Кондратьев А.С. Физические задачи и математическое моделирование реальных процессов: Учебно-методическое пособие для учителя / А.С. Кондратьев, М.Э. Филиппов. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2002.
5. Ханин С.Д. Исследовательское обучение физическим основам электроники в подготовке педагогических кадров [Текст]: монография / С.Д. Ханин, И.И. Хинич. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 127 с.
6. Ханин С.Д. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения [Текст]: Монография / С.Д.Ханин, И.И. Хинич. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 108 с.
7. Оспенникова Е.В. Развитие самостоятельности учащихся при изучении школьного курса физики в условиях обновления информационной культуры общества [Текст]: Автореферат дисс. доктора пед. наук / Е.В. Оспенникова. – Челябинск: 2003г. – 46 с.
8. Ханин Д.С. Учебная модель специализации студентов в предметной области при освоении физики [Текст] / Д.С. Ханин, С.Д. Ханин // Физика в системе современного образования (ФССО-13) [Текст]: материалы XII Международной конференции. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. - 2013.- Т. 1. - С. 363-366.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО АСТРОНОМИИ ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ

Ходыкин С.А.

Волгоград, Россия, Волгоградский государственный социально-педагогический
университет
khodykins@yandex.ru

Разработан новый лабораторный практикум по курсу «Астрономия» для магистрантов, обучающихся по направлению 050100 «Педагогическое образование» по программе «Физическое образование», объемом 20 часов, включающий 5 аудиторных лабораторных работ, проводимых в интерактивной форме. Практика показала, что рабочее время используется более экономично при выполнении каждой работы в течение двух занятий, а варьирование списка необходимых заданий и упражнений с учетом уровня подготовки и степени самостоятельности магистрантов, т.е. введение индивидуальных обучающих маршрутов, позволяет эффективнее воспринимать и усваивать учебный материал. Темы работ соответствуют разделам теоретического курса. При разработке и формулировке заданий использованы источники [1-8], и для каждой лабораторной работы сформирован комплект количественных и качественных заданий, различающихся по сложности, типу, форме представления результатов. Предполагающие аналитическое исследование качественные задания и расчетные задачи сгруппированы согласно структуре работы (см. табл.). Вариативность, в данном случае, не дань моде, а вынужденная мера. Преподавание астрономии в российских школах и вузах, за редким исключением, прекращено. В педагогическом вузе для бакалавров профилей «Физика» и «Информатика» оставлен небольшой (48 часов) курс по выбору «Астрофизика». В результате у магист-

ранта, обучавшегося по иному профилю бакалавриата, при достаточно высоком уровне его физико-математической подготовки нередко отсутствует астрономическая грамотность. Сопутствующий практикуму теоретический курс астрономии, состоящий из 5 лекций, носит исключительно обзорно-познавательный характер и позволяет магистрантам получить лишь общие представления о целях, задачах и важнейших открытиях астрономии, месте и роли астрономических знаний в создании современной естественнонаучной картины мира. Цель практикума – стимулировать инициативу и самостоятельность, дать магистрантам представление о методах и инструментах наблюдательной астрономии, показать на практике применение выводов фундаментальной физической теории при решении астрономических задач, что в рамках компетентного подхода отвечает требованиям по формированию у магистрантов знаний, профессиональных умений и навыков для их дальнейшей научно-преподавательской деятельности. Интерактивная форма проведения лабораторных занятий предполагает формирование групп и коллективное обсуждение проблемы, путей и результатов ее решения, а также разделение функций – при поиске дополнительной информации в глобальных сетях, выполнении измерений и расчетов, представлении и защите полученных результатов.

Таблица 1. Структура и содержание заданий работ лабораторного практикума

Лабораторная работа	Обсуждаемые вопросы	Тип и примеры заданий
1. Методы и инструменты наблюдательной астрономии	Спектр электромагнитного излучения. Процессы излучения и поглощения света. Атмосферная экстинкция	Анализ процессов излучения и поглощения света. Задачи на соотношение между длиной волны, частотой и энергией фотона, спектральные серии
	Фотометрические методы. Шкала звездных величин. Фотометрические системы.	Задачи на звездные величины, формулу Погсона, вычисление показателей цвета звезд
	Спектральные методы. Законы излучения АЧТ. Закон Стефана-Больцмана. Спектральная классификация звезд. Эффект Доплера	Анализ формулы Планка. Вывод соотношений Релея-Джинса, Вина. Анализ распределения энергии в спектрах звезд. Задачи на определение светимости, температуры, радиуса звезд; скорости движения молекул газа, звезд и галактик
	Интерференционные методы: апертурный синтез, спекл-интерферометрия	Анализ принципа действия интерферометра. Расчет угловых и линейных размеров космических объектов
	Инструменты астрономии: телескоп, спектрограф. Атмосферная турбулентность. Активная и адаптивная оптика	Анализ и расчет характеристик телескопа, спектрального прибора. Вывод формул для расчета увеличения, разрешения, поля зрения, проникающей силы телескопа
	Приемники излучения: фотопластинка, ПЗС-матрица, фотоумножитель	Анализ и задачи на расчет характеристик приемников, отношения «сигнал-шум»

2. Физические характеристики Солнца и звезд	Общие сведения о Солнце и звездах. Спектры и светимости звезд. Статистические зависимости между звездными характеристиками. Эволюция звезд	Расчет джинсовской длины и массы, звездных параметров, светового давления, темпа энерговыделения, времен: диффузии фотонов, динамического, Кельвина-Гельмольца, ядерной эволюции.
	Двойные звезды и звездные массы. Функция масс. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела	Задачи на применение уточненных законов Кеплера, закона «Период-светимость» для цефеид. Анализ кривых блеска и лучевых скоростей
3. Физические и кинематические характеристики планетных систем	Планеты и малые тела Солнечной системы. Планетные конфигурации. Космические скорости. Возмущенное движение. Оскулирующая орбита	Задачи на уравнение синодического движения, планетные конфигурации, фотометрию планет; построение траекторий и расчет времени межпланетных полетов
	Методы обнаружения внесолнечных планет: астрометрический, лучевых скоростей, транзитная фотометрия, микролинзирование	Вывод соотношений для определения параметров экзопланет и их орбит, расчет планетных характеристик по данным фотометрических и спектральных наблюдений
	Статистические зависимости характеристик планет Солнечной системы и экзопланет	Построение дифференциальных и интегральных функций распределения параметров планет. Расчет зоны жизни для планетной системы
4. Методы звездной астрономии	Строение Галактики. Галактические населения. Спиральная структура	Качественный и количественный анализ элементов структуры Галактики. Задачи на определение характеристик газопылевых туманностей
	Кривая вращения Галактики и элементы звездной динамики. Теорема вириала	Задачи на пространственные скорости и собственные движения звезд. Анализ кривой вращения Галактики
	Звездные скопления и ассоциации	Расчет времен столкновения и релаксации звезд в скоплении. Определение возраста шаровых и рассеянных скоплений
	Кратные звезды. Классификация состояний	Задачи на определение кинематических и динамических характеристик кратных систем. Эффекты ОТО в тесных двойных системах
	Переменные звезды	Анализ кривых блеска затменно-переменной, новой и сверхновой звезд

5. Методы внегалактической астрономии	Классификация галактик. Морфология, массы, светимости, расстояния галактик. Вириальный парадокс	Анализ кривых вращения галактик. Определение гравитационного потенциала по известному распределению масс в балдже, диске, гало
	Скопления и группы галактик	Расчет масс галактических скоплений. Вывод формулы гравитационной линзы
	Структура, кинематика и динамика Вселенной. Космологические парадоксы. Закон Хаббла. Методы определения расстояний в астрономии	Расчет параметров моделей Вселенной. Задачи на определение межгалактических расстояний, средней плотности, крупномасштабной структуры. Анализ динамических и кинематических особенностей Вселенной, существования различных форм материи

1. Аллен К.У. Астрофизические величины. Пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – 448 с.
2. Воронцов-Вельяминов Б.А. Сборник задач и практических упражнений по астрономии. – М.: Наука, 1974. – 272 с.
3. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино, 2006. – 496 с.
4. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: Учебное пособие / Под. ред. В.В.Иванова. М.: Едиториал УРСС, 2004. – 544 с.
5. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. – М.: Наука, 1967. – 544 с.
6. Мартынов Д.Я., Липунов В.М. Сборник задач по астрофизике. – Учебное пособие для вузов. – М.: Наука, 1986. – 128 с.
7. Миронов А.В. Основы астрофотометрии. Практические основы фотометрии и спектрофотометрии звезд. – М.: Физматлит, 2008. – 260 с.
8. Ходыкин С.А. Астрономические олимпиады: задачи и решения. – Волгоград: Перемена, 2006, – 210 с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОПТИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БАКАЛАВР ОБРАЗОВАНИЯ»

Худякова И.И.

Санкт - Петербург, РГПУ им. А.И.Герцена

ii-x@yandex.ru

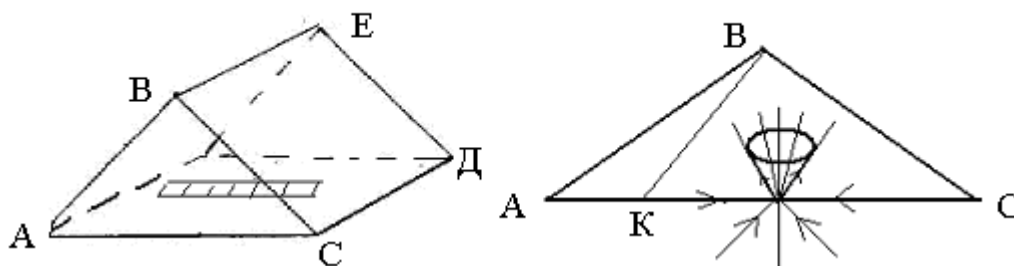
Как отмечалось ранее, в последние годы заметно понизился средний уровень подготовленности выпускников школ для обучения в вузах [1]. Особенно проблематичной оказалась организация занятий для студентов физического факультета педвузов, обучающихся по направлению 44.03.01 Педагогическое образование.

На кафедре общей и экспериментальной физики РГПУ им. А.И. Герцена накоплен некоторый опыт по организации лабораторных занятий по оптике со студентами - бакалаврами образования. Этот опыт работы оформлен в виде учебно-методического пособия «Практикум по оптике». Данное пособие является составной частью УМК по курсу «Общая и экспериментальная физика», отражает специфику подготовки будущего бакалавра образования и современное состояние преподавания раздела «Оптика» в вузе. В практикуме делается акцент на приближение лабораторного эксперимента к природе наблюдаемых в жизни оптических эффек-

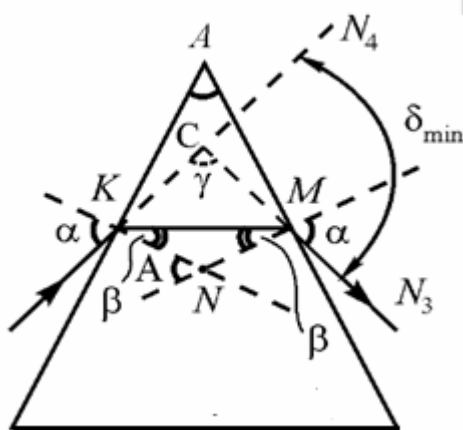
тов, использовании элементарных методов измерений показателя преломления прозрачных сред, фокусных расстояний линз, наглядных опытов по волновой оптике, стимулирующих интерес студентов к изучению физики. В соответствии с ФГОС предлагаемый практикум направлен на активизацию самостоятельной работы студентов, развитие навыков в постановке физического оптического эксперимента, умений сознательно и активно использовать научные представления о природе и свойствах света, основные закономерности оптических явлений для понимания физической картины мира.

В учебном пособии представлено шесть лабораторных работ по оптике: две работы по геометрической оптике и четыре работы по волновой оптике. С целью стимулирования интереса учащихся к неформальному изучению физических явлений наряду с обычным лабораторным практикумом используются небольшие по объему задания в виде экспериментальных задач, позволяющие, с одной стороны, проконтролировать умения студента при решении задач, с другой стороны, наглядно продемонстрировать применения физической теории на практике. Например, студенту предлагается определить показатель преломления стекла призмы двумя способами:

1) Поставить призму основанием на линейку и заметить, какую часть «КС» линейки, перекрываемой основанием призмы, видно через грань ВСДЕ.



Почему мы не видим всю перекрываемую часть линейки? Обратите внимание на то, что между поверхностью линейки и основанием призмы имеется воздушный зазор, т.е. лучи, рассеянные шкалой линейки, при переходе через границу раздела воздух-стекло образуют в призме полный конус преломления (все лучи, рассеянные определенным делением шкалы линейки, находятся в пределах этого конуса). Измерив «КС», определите показатель преломления стекла. Оцените погрешность измерений.



2). Угол δ отклонения лучей призмой от их первоначального направления зависит от показателя преломления стекла призмы n , преломляющего угла призмы A и угла падения лучей на призму α . При некотором определенном угле падения лучей на призму угол отклонения лучей призмой δ принимает наименьшее значение и носит название угла наименьшего отклонения δ_{\min} . В этом случае угол падения лучей на призму α равен углу выхода их из призмы, т.е. в случае равнобедренной призмы луч в призме идет параллельно основанию. Рассмотрим четырехугольник KCMN. Тупой угол при N в этом четырехугольнике равен $(180^\circ - A)$, следовательно, смежный с ним острый угол при N равен преломляю-

щему углу A призмы. Докажите, что в этом случае $\beta = A/2$, $\alpha = \frac{(\delta_{min} + A)}{2}$. Подставляя значения β и α в закон преломления, получаем:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \frac{\delta_{min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

Используя эту зависимость, определите показатель преломления материала призмы с преломляющим углом 45° . Для этого установите призму на приборе по геометрической оптике в положение наименьшего отклонения. Измерьте угол наименьшего отклонения, рассчитайте по выведенной выше формуле показатель преломления материала призмы, оцените погрешность измерений данным методом.

Для получения зачета по данной работе необходимо:

- 1) Представить отчет о выполненной работе.
- 2) Уметь теоретически обосновывать используемые в работе формулы.
- 3) Уметь отвечать на вопросы:
 - Законы геометрической оптики.
 - Предельный угол. Полное внутреннее отражение света.
 - Полный конус преломления.
 - Ход лучей в призме.
 - Положение наименьшего отклонения лучей в призме.

Лабораторные работы содержат разное количество заданий. Число и сложность выполняемых студентом заданий определяются преподавателем в соответствии с числом учебных часов и уровнем подготовки студента. Каждая работа снабжена списком учебной литературы и тестовыми картами допуска к выполнению работы.

Учитывая специфику работы будущего учителя физики, большое внимание уделяется приобретению студентами необходимых экспериментальных навыков в постановке возможных демонстрационных и лабораторных экспериментов по оптике в школе.

Данное пособие также может быть полезно учителям физики в преподавании оптики в школе.

1. Худякова И.И. К вопросу «Современные проблемы образования». Тезисы докладов ФССО-2011.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПО ФИЗИКЕ

Цатурян А.М.

Ванадзор, Республика Армения, Ванадзорская спец.школа с углубленным обучением математике и естественным дисциплинам
evrika24@rambler.ru

В современных условиях система подготовки педагогических кадров должна быть направлена на изменение целей педагогического образования, его содержания и технологии, сообразуясь с тенденциями, которые определяют развитие практики общего образования и в каком-то смысле даже опережать его.

В подготовке учителей-объектов непрерывного образования всегда стоит проблема перехода от формирования у студентов системы знаний по отдельным дисциплинам к овладению ими теоретическими и практическими основами инноваций в обучении этим дисциплинам, т.е. в будущей профессиональной деятельности студент должен будет “предъявлять” не знания по отдельной дисциплине в чистом виде, а способность применять их в конкретных практических ситуациях.

В настоящее время существенное влияние на формирование и динамику педагогических систем оказали и продолжают оказывать философские знания, в первую очередь, путем построения методологии педагогической деятельности, а во вторую – разработкой мировоззренческих парадигм образования и педагогической деятельности.

Современная парадигма теории обучения физике заключается в фундаментальном характере сообщаемых знаний и в превращении учебного процесса в конкретную реализацию учебной модели научного исследования. Последнее тесно связано с методологизацией и фундаментализацией учебного процесса. Содержание образования при этом от чисто информационного смещается в сторону методологического [1].

Стремление к методологизации обучения – это в первую очередь стремление к применению качественных методов, которые представляют собой огромный спектр различных подходов, не связанных с последовательными систематическими математическими преобразованиями и вычислениями [2]. Одновременная работа в вузе и школе позволяет раскрыть те проблемы, которые возникают в процессе обучения физике в школе и те вопросы, которые необходимо включить в вузовскую программу методики обучения физике.

Традиционно в вузовскую программу методики обучения физике включены ее общие и частные вопросы. Но развитие физической науки и общенаучных методологий с одной стороны, современные методы обучения, мультимедийные технологии образования в учебном процессе, применение дистанционных методов и, наконец, задачи, связанные с непрерывным образованием с другой, намечают поиск новых моделей подготовки педагогических кадров по физике и подсказывают направление вектора главных идей, на которых должна опираться эта подготовка.

Критерии эффективности оценки подготовки педагогических кадров по любой дисциплине, в том числе по физике, должны исходить из конечных поставленных целей обучения данной дисциплине в современных условиях. Среди них существуют такие, которые со временем трансформируются в связи развитием физической науки и ее перспективных направлений, а также в степени востребованности общественной жизни. Задачи, связанные с изменением содержания программы и

обработки ее методики, можно разрешить включением новых разделов и тем в программу школьного курса физики. Но существуют такие критерии, которые по своему содержанию более устойчивы и универсальны, и не зависят от изменения содержания и структуры курса физики. Это, в первую очередь, требование формирования мышления учащихся, которое присуще базисной науке этой дисциплины. Это важный и длительный процесс, который, как показывает опыт, невозможно осуществлять без применения особой целенаправленной методологии. Для его осуществления будущим педагогам по физике необходимо научиться обладать такими навыками мыслительной деятельности, чтоб со временем перешагнуть от уровней конкретных знаний к уровню частных законов, а дальше – к универсальным законам и методологическим принципам. При таком подходе можно стремиться к решению проблемы, связанной с естественнонаучной грамотностью выпускников средней школы, а именно проблемы формирования у школьников осознания своей деятельности по усвоению и систематизации знаний (рефлексия).

Кроме этого, учитель должен быть знаком с современными технологиями обучения физике, которые заключаются в овладении фундаментальными моделями современной физики, в широком использовании качественных и математических методов при изучении физики, и владеть навыками последовательного осуществления физического и математического моделирования реальных процессов.

Нам представляется, что в настоящее время, наряду с традиционными вопросами, есть необходимость рассмотреть вопросы, касающиеся разных проблем, встречающихся в практике работы, например, проблемы преодоления трудностей учащимися возникающая на первой ступени обучения физике /VII-IX классы/ в связи с широким применением новой буквенной символики. Данная трудность прежде всего имеет психологический характер, так как при этом они переходят к новым более высоким степеням абстракции. Последнее препятствует видеть в физических формулах не только формально-логическую сторону, но и содержательно-прикладную. Причина возникновения данной проблемы в том, что в курсе математики в качестве неизвестной в основном выступают x , y , z . Для преодоления этой проблемы необходимо, с одной стороны, в курсе математики использовать и другие буквенные значения, а с другой стороны – научить будущих учителей физики, как можно при обучении плавно переходить к новым буквенным символикам.

Нам представляется, что в программу общих вопросов методики обучения физике необходимо включить вопросы, связанные с опережающим обучением, которое включает в себя элементы межпредметных и внутрипредметных связей и является эффективным способом реализации осуществления непрерывного образования.

При обучении физике материалом для опережения могут быть не только физические соображения, но и математические, так как во многих случаях отдельные универсальные математические методы вычисления собственно и являются математическими моделями рассматриваемых явлений. Особенно для опережения пригоден универсальный математический аппарат. В процессе преподавания физики универсальность математического аппарата имеет огромное значение, так как дает возможность рассматривать физическую ситуацию в целом, осуществлять общий подход к объяснению и обосновывать единство физических законов.

В настоящее время нами в программу методики обучения физике внесены вопросы, связанные с организацией обобщающего повторения физики. Это связано с тем, что в Армении в последние годы в связи с переходом на 12-летнее обучение

все второе полугодие 12-го класса по учебному плану предусмотрено повторению экзаменационных предметов. В связи с этим нами выдвинута концепция “Повторение –обобщающая модель обучения”, показано, что ведущим приемом при повторении является обобщение.

Повторение, как составляющая процесса обучения, должно организовываться не по отдельным разделам физики, а по стержневым идеям базовой науки, которыми являются фундаментальные законы, методологические принципы и обобщенные идеи физики.

Министерство образования и науки Республики Армения утвердило разработанное мною учебно-методическое пособие, предназначенное для 12-ых классов [3].

Итак, нам представляется, что наряду с общими вопросами методики обучения физике необходимо включить в программу также вопросы, связанные с осуществлением плавного перехода от математической символики к физической, методике осуществления опережающего обучения, а также методическую систему осуществления обобщающего повторения.

1. Кондратьев А. С. Прияткин Н.А. Современные технологии обучения физике: учеб. пособие.– СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. – 342 с.

2. Цатурян А.М. Педагогические парадигмы как универсальный подход к изучению естественных дисциплин. Первый Международный виртуальный форум в Японии по русистике, культуре, педагогике. “Социокультурные и филологические аспекты в образовательном и научном контексте”. Научный журнал. Статьи, доклады Международного форума в Японии 2014 года, с. 661-665.

3. Цатурян, А. М. Физика-12: учеб.-метод пособие по организации повторения школ курса физики (для учеников 12-го кл. ст. школы с углубл. обучением естествознанию и математике и общего потока) / А. М. Цатурян. – Ванадзор: СИМ, 2012. - 194 с.

РОЛЬ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Цатурян А.М.¹, Манукян В.Ф.², Никогосян Г.С.³

¹Ванадзор, Армения, Ванадзорская спец.школа с углубленным обучением математике и естественным дисциплинам

²Гюмри, Армения, Гюмрийский государственный педагогический институт

³Гюмри, Армения, Гюмрийский филиал Армянского государственного экономического университета

gagonik@mail. ru, mvardan_1972@mail.ru, evrika24@rambler.ru

Обеспечение высокого научного уровня обучения физике в средней школе требует последовательного и систематического отражения современной методологии физической науки, отличительной особенностью которой является модельный характер знаний о реальных физических процессах и явлениях. Опыт работы показывает, что анализ моделей процессов и явлений и их исследование качественными методами приводят к повышению уровня физического понимания школьников, открывают новые пути преодоления формализма в знаниях учащихся, способствуют развитию творческих способностей учащихся.

В связи с этим особо важным является в вузах научить будущих учителей физики проводить моделирование физических процессов и явлений при изложении теоретического материала и решении задач.

Одной из составляющих обучения студентов – будущих учителей физики, является обучение решению физических задач, представляющих собой концентрированное выражение физической науки, модель научной деятельности. В них отражены явления, процессы, физические величины, свойства, законы. Принципиальное значение при решении задач имеют методы физики /моделирование, теоретические, экспериментальные, дедукция, индукция и др./, которые при соответствующей организации методики обучения студентов будут освоены ими как универсальные методы.

Преподаватель педагогического вуза должен быть хорошо знаком с различными курсами школьных программ и опираться на имеющиеся знания и опыт студентов, проводя параллели между разными уровнями физического моделирования одного и того же физического явления. Это значительно поможет студентам понять физический смысл сложных математических уравнений, полученных в результате соответствующего математического моделирования. При этом очень важен анализ границ применимости уравнений [1].

При решении определенных экспериментальных физических задач отчетливо представляется целесообразность и разнообразность выбранных физических и математических моделей. Особенно поучительны те задачи, при решении которых имеется возможность поэтапно учитывать физические характеристики, максимально приближающие результаты решения к результатам, полученным при проведении натурального эксперимента [2]. При подготовке педагогических кадров по физике особое внимание необходимо уделить иерархическому подходу при решении задач. При грамотном подборе физических задач, в процессе решения которых требуется построение иерархии моделей, у учащихся постепенно формируется правильный методологический подход к изучению физических процессов: начинать рассмотрение самых простых, наиболее близких к идеальным, процессов, переходя затем к реальным. В условиях дифференцирования обучения вопросы, связанные с моделированием, оказываются более актуальными и полезными в связи с развитием математической и физической подготовки.

При подготовке педагогических кадров по физике, когда обсуждаются вопросы организации обобщающего повторения курса физики, целесообразно подчеркнуть роль решения комбинированных физических задач как способ практического применения теоретических знаний в конкретных случаях. А при дифференцированном обучении можно основываться на достаточную математическую подготовленность и умение проводить физическое и математическое моделирование.

Проиллюстрируем на конкретном примере решения задачи применение ряда физических законов /закон сохранения энергии и импульса, II закона Ньютона/, учет изменения масс при движении и проведение моделирования.

Гладкая однородная веревка длиной l и массой m переброшена через небольшой блок так, что вначале находится в равновесии (рис. 1). Веревку немного смещают и она начинает соскальзывать с блока. С какой силой действует она на блок в момент, когда длина веревки с одной стороны от него равна $l/3$? [3]

Решение. Сначала находим скорость веревки в тот момент времени, когда длина его длинной части $2l/3$. Используя закон сохранения энергии, получаем

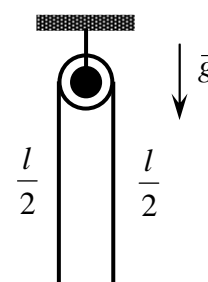


Рис.1. Начальное положение веревки

$$V = \sqrt{\frac{2g}{l} \left(x - \frac{l}{2} \right)} = \sqrt{\frac{gl}{18}} \quad (1)$$

За достаточно малое время Δt изменения импульсов частей веревки равны импульсам действующих на них сил:

$$(m_x g - T)\Delta t = \Delta(m_x V) = m_x \Delta V + V\Delta m \quad (2)$$

$$(T - (m - m_x)g)\Delta t = (m - m_x)\Delta V - V\Delta m \quad (3)$$

где T - натяжение веревки у блока, $m_x = mx/l$ - масса более длинной части веревки (x - длина этой части), Δm - изменение массы частей веревки за время Δt . Исключая из уравнений (2) и (3) натяжение T , для ускорения веревки получаем

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \left(\frac{2x}{l} - 1 \right) g.$$

В частности, при $x = 2l/3$ имеем $a = g/3$.

Надо отметить, что последнее выражение получается и без учета реактивной составляющей $V\Delta m$. Из (2) и (3) для натяжения находим следующее выражение

$$T = \frac{mg}{2} + \frac{(m - 2m_x)a}{2} - V \frac{\Delta m}{\Delta t} \quad (4)$$

где $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{V\Delta m}{\Delta t} = \frac{Vm}{l}$ - скорость изменения массы. Из (4) и (1) для силы, действующей на блок в момент, когда $x = 2l/3$ получаем $F = 2T = 7mg/9$. Без учета реактивной составляющей для этой силы получаем $F' = 8mg/9$ [4].

1. Цатурян А.М. Некоторые аспекты непрерывного образования физики в системе школа-педагогический вуз. Физическое образование в вузах. Министерство образования и науки РФ, М.: Том 18, номер 1, 2012 г., с. 133-139.

2. Цатурян, А. М. Экспериментальные физические задачи как средство формирования умения моделирования / А. М. Цатурян // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – СПб., 2013. - № 160. - С. 209-216.

3. Под редакцией О. Я. Савченко. Задачи по физике. “Наука”, 1988 г.

4. И.М. Гельфгат, Л.Э. Генденштейн, Л.А.Кирик, 1001 задача по физике с решениями. Харьков-Москва, “Инновации в науке, технике, образовании”, 1998 г.

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Шарошенко В.С.¹, Земляная А.А.¹, Шаронова Н.В.², Разумовская И.В.²

¹Уссурийск, Россия, Дальневосточный федеральный университет

²Москва, Россия, Московский педагогический государственный университет
spektrvl@mail.ru

Высокая наукоёмкость нанотехнологий требует не только существенных капитальных вложений, но и подготовки кадров. Всё больше абитуриентов связывают выбор своей будущей профессии с нанотехнологиями. Соответственно необходимо уделять повышенное внимание формированию знаний по нанотехнологиям в вузовских курсах физическо-технической направленности.

Существует несколько путей введения направления нанотехнологии в систему вузовского образования. Во-первых, создание специализированных факультетов. Во-вторых, преподавание на уже имеющихся факультетах спецкурсов и дисциплин по направлению «нанотехнологии». В третьих, включение основных понятий и

принципов нанотехнологий в инвариантную и вариативную части при составлении учебных планов и рабочих программ.

Специфика педагогического образования предъявляет свои требования к отбору материала по нанотехнологиям при обучении студентов – будущих учителей. Любая инженерная специальность предполагает подробное изучение достаточно узкого круга представлений из области нанотехнологий, с которыми связана его будущая специальность. В педагогической среде важна широта полученных знаний из различных областей нанотехнологий и сфер их применения, знание методик их изложения для учеников, в том числе с учетом возрастных особенностей.

В педагогическом вузе, рассмотрение вопросов нанотехнологий можно проводить в рамках изучения молекулярной физики, электродинамики, оптики и квантовой физики. При построении программ и учебно-методических комплексов курса общей и экспериментальной физики целесообразно проанализировать и учесть уровень усвоения студентами знаний по различным разделам курса, провести беседы с преподавателями различных разделов с целью выявления конкретных возможностей изучения нанотехнологических понятий.

В процессе обучения студентов основам нанотехнологий необходимо активно привлекать средства мультимедиа. Данные средства позволят произвести визуализацию, создавать модели изучаемых объектов, включить в процесс обучения интерактивные и активные методы обучения, а также применять в процессе обучения новые технические средства и возможности.

Можно выделить следующие возможные направления в применении средств мультимедиа при обучении будущих учителей физики основам нанотехнологий: моделирование нанотехнологических объектов и процессов (Таблица 1), использование возможностей интерактивной доски при объяснении нового материала преподавателем, создание специализированных сайтов нанотехнологической тематики, а также другие информационно коммуникационные средства свойственные всему процессу обучения физики в педвузе.

Таблица 1. Понятия нанотехнологий и возможности моделирования соответствующих нанообъектов и нанопроцессов

	Раздел физики	Понятие нанотехнологий	Виды моделей
1	Молекулярная физика	Молекулярные нанотехнологии, механо-синтез, ассемблер, суп-рамолекулярные системы, кластеры, фуллерены, нанотрубки, графен, нанокристаллические материалы, нанокompозиты.	Фуллерены, нанотрубки, нанокompозиты, нанопористые материалы
2	Электродинамика	Нанoeлектромеханические элементы, магнитные наночастицы, суперпарамагнетизм, эффект гигантского магнитосопротивления, нанодоменная инженерия, нанолитография, одноэлектронные устройства, молекулярные логические устройства, электронная микроскопия,	Углеродная нанотрубка как нанопроводник и полупроводник, эффект гигантского магнитосопротивления

3	Оптика	Оптические наноматериалы, нанолокализация света, оптическая ближнепольная микроскопия, нанофотоника, электрохромика, фотохромная оптика, легкоочистимая и просветлённая оптика, наноматериалы с отрицательным коэффициентом преломления.	Фотонный кристалл, оптический датчик и сенсор, световод, распространение света в материалах с отрицательным коэффициентом преломления.
4	Квантовая физика	Сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, квантовая точка, квантовая яма, квантовый компьютер, графен.	Квантовый транзистор, процессы туннелирования частиц.

В ДФВУ – Дальневосточном Федеральном Университете (Школа педагогики) при обучении студентов физиков – будущих учителей в рамках курса общей и экспериментальной физики вводятся термины и представления из области нанотехнологий. На втором курсе при изучении электродинамики рассматриваются магнитные свойства наноматериалов и магнитных наночастиц, рассматривается влияние размера частиц на их магнитные свойства. Излагаются современные представления о методах синтеза ультрадисперсных магнитных порошков, стекол, керамики, пленок и монокристаллов, даётся описание их физических и химических свойств. Особое внимание уделено современным тенденциям развития материаловедения и созданию новых поколений перспективных магнитных материалов. В качестве самостоятельной работы студентам предлагается доступными им средствами программирования и визуализации создать модели процессов и объектов изучаемых в курсе электродинамики.

На втором курсе при изучении раздела «Оптика» рассматриваются особенности создания оптических датчиков и сенсоров, производство фотоустройств и фотоумножителей, устройства электроники и наноэлектроники, светодиоды и лазеры на двойных гетероструктурах, фотоприемники на квантовых ямах, лавинные фотодиоды на системе квантовых ям, устройства и приборы нанофотоники, фотонные кристаллы, волоконная оптика, оптические переключатели и фильтры, перспективы создания фотонных интегральных схем, устройств хранения и обработки информации.

На третьем курсе при изучении раздела «Квантовая и атомная физика» демонстрируется, как квантовая механика и квантовая электродинамика применяются для создания новых наноматериалов и наноустройств.

На всех этапах обучения студенты создают компьютерные модели изученных процессов и объектов. Лучшие из моделей размещаются на специализированном сайте ДВФУ, посвященном нанотехнологиям.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Bochníček, Z.....	23	Бушина Т.А.....	50
Dalimier E.....	48	Ваганова В.И.....	241
Абрамова Н.М.....	26	Ваганова Т.Г.....	241
Аванесян В.Т.....	26, 28	Валишева А.Г.....	244
Авдеев Н.А.....	30	Васильев Н.А.....	177
Авенариус И.А.....	214, 291	Ведяев А.В.....	168
Агибова И.М.....	382	Верховцева М.О.....	398
Агишев И.Н.....	33	Власова С.В.....	247
Акжолова А.А.....	144, 147, 447	Воищев В.С.....	251
Акрестина А.С.....	303	Воищева О.В.....	251
Алешкевич В.А.....	36, 38	Волкова Е.С.....	56
Алыкова О.М.....	215	Воронин В.Г.....	60
Ан А.Ф.....	218	Вяххи Е.Н.....	363
Андреев А.И.....	221	Гавриленкова И. В.....	401
Анисимова Н.И.....	384	Гаврилов С.П.....	403
Аниськин В.Н.....	40	Ганиев Р.Р.....	62
Антонова Д.А.....	387	Герцен Т. А.....	253
Артамонов О.Н.....	30	Глухов В.П.....	263
Артемов И.И.....	225	Голубев Я.Д.....	256
Арынгазин А.К.....	110	Гольдаде В.А.....	258, 478
Асембаева М.К.....	144, 147	Гольдман В.М.....	260
Бабаева М.А.....	225, 228, 230	Городецкий А.А.....	48
Бажанов Д.И.....	211	Гороховатский Ю.А.....	403
Баранов А.М.....	42	Горяев М.А.....	66, 68
Бармасов А.В.....	46	Грабов В.М.....	177
Бармасова А.М.....	46	Грачев А.В.....	52, 54
Бахтина Е.Ю.....	360	Гребенев И.В.....	441
Баяндин Д.В.....	233	Гриб А.А.....	71
Бегматова Д.А.....	118, 120	Григорьева М.С.....	3
Белкова Ю.А.....	360	Гриднев К.А.....	72
Белов А.А.....	168	Громова Н.Ю.....	263
Беляев А.К.....	48	Гурьянов А.М.....	266, 268
Беляев А.Н.....	251	Гусева Е.А.....	356
Березина О.Я.....	236	Дадонова А.В.....	48
Беспаль И. И.....	391	Даниленко В.А.....	72
Битибаева Ж.М.....	193	Данильчук Е.В.....	411
Бобохужаев К.У.....	323	Даутова К.В.....	405
Бобрикова А.А.....	48	Девдариани А.З.....	48
Богатский К. М.....	371	Демидова М.Ю.....	8
Боков П.Ю.....	50, 52, 54	Демидова Н.С.....	270
Бородин В.И.....	194	Десненко С. И.....	408
Босенко А.А.....	239	Джалмухамбетов А.У.....	75
Бочкарева О. Н.....	391	Дивин Н.П.....	78
Бражников М.А.....	394	Дмитриев М.В.....	275
Бутрис М.....	96	Добро Л.Ф.....	81

Долматова О.А.	275	Кокин С.М.	221
Донскова Е.В.	411	Колос В.В.	258
Доронин В.А.	415	Кондратьев А.С.	72
Дрмеян Г. Р.	418	Коновалов В.В.	104
Дулов В.А.	36	Коновалов Н. П.	206
Евдокимов И.Н.	273	Корнев К.П.	308
Егоров В.С.	84	Корнева И.П.	305, 308, 311
Егорова Н.И.	275	Коробкова С.А.	107
Елаховский Д.В.	277, 280	Королев А.Ф.	168
Елисеев Н.Ю.	273	Коршунов А.Н.	96
Еркович О.С.	283, 287	Косов В.Н.	156
Ерохина Р.Я.	90	Котарев А.В.	251
Есаков А.А.	283	Котельникова О.А.	168
Ефимов В.Б.	85	Крахоткина В.К.	382
Жаркой А.Б.	323	Кревчик В.Д.	110, 225
<u>Завестовская И.Н.</u>	3	Кревчик П.В.	110
Задерновский А.А.	289	Крохин О.Н.	3, 11, 17
Зайцев Р.В.	110, 225	Крутова И.А.	244
Захаров В.Г.	214, 291	Крысанова О.А.	431
Захаров П.Н.	168	Крюков Н.А.	111, 114
Захидова М.А.	87	Крюкова Т.В.	111
Зеличенко В.М.	421	Кубонов М.	118, 120
Земляная А.А.	494	Кувандиков О.К.	123
Зюзин С.Е.	90	Кудрявцев В.В.	93, 433
Иванов В.Ю.	293	Кузнецова О.В.	435
Иванова (Полякова) И.Б.	293	Кульша О.Е.	36
Ильин В.А.	93	Курашев С.М.	314
Ильинский А.В.	162	Курашова С.А.	256
Илюшин А.С.	211	Куренкова А.В.	140
Ионих Ю.З.	96	Кустов А.И.	317
Ипполитова Г.К.	296	Ланкина М.П.	438
Исаев Д.А.	423	Ларионов А.Н.	251
Исмагилов Р.Г.	298	Ларченкова Л.А.	342, 428
Казак А.А.	33, 98	Лебедев В.М.	268
Калачев Н.В.	11	Лебедев В.Т.	268
Калашников Н.П.	301	Лебедева О.В.	441
Карасова И.С.	460	Левченко А.А.	85
Каргин Ю.Ф.	303	Липкин А.И.	125
Карпачева И.А.	424	Литинский Г.Б.	128
Кастро Р.А.	162	Лихтер А.М.	85
Кашкарова Е.А.	428	Ломакина Е.В.	376
Кенжин Б.М.	354	Ломакина Е.С.	332
Кистенева М.Г.	303	Лугина Н.Э.	345
Клавсюк А. Л.	102	Луизова Л.А.	236
Классен Н.В.	85	Лукашева Е.В.	50, 54, 130
Ключарев А.Н.	191	Любимова Н. Ю.	253
Кожамкулов Б.А.	193	Максютова А.Р.	28
Кожевников Н. М.	14	Мамаева И.А.	321

Мамбетова К.М.	303	Платонов А.А.	166
Манукян В.Ф.	492	Погожев В.А.	52, 54
Маркова С.Н.	60, 131	Погожих С.А.	457
Марченко А.В.	135, 323	Подласов С.А.	329
Масленникова Л.В.	326	Поздеева Э.В.	303
Масленникова Ю.В.	444	Поздышев М.Л.	287
Матвеева Л.И.	90	Пономаренко Е.В.	156
Матвийчук А.В.	329	Попов И.В.	159
Матешев И.С.	131	Попова И.О.	66, 68, 162
Мельников А.И.	30	Потапова М.В.	460
Мельникова Е.А.	137	Проклова В. Ю.	462
Мещанов А.В.	96	Прохорова Е.И.	166, 465
Мигель И.А.	317	Прудников В.Н.	168
Митин И.В.	293	Прудников И.Р.	211
Митюрева А.А.	140	Прудникова М.В.	168
Молдабекова М.С.	144, 147, 447	Рабчанова Т.Ю.	135
Монастырский Л.М.	150	Радковская А.А.	168
Морозов А.Н.	283, 287	Разумовская И.В.	494
Мубаракшин И.Р.	151	Ракина А.В.	28
Муравьев-Смирнов С.С.	301	Родиошкина Ю.Г.	326
Муратова З.	123	Рудин А.В.	56, 62
Мустафаев А.С.	332	Рудой Ю.Г.	171, 348
Мухин С.В.	221	Рыжикова Ю.В.	174
Мыслинская Н.Л.	450	Рыжов И.В.	177
Мышковец В.Н.	258	Садыкова М.А.	468
Назаров А.И.	336, 465	Салахитдинова М.К.	123
Назаров С.А.	137	Салецкий А.М.	52, 54, 102
Наими Е.К.	339	Самарюк Л.Э.	398
Наний О.Е.	60	Самохина С.С.	352
Немов С.А.	342	Сафронов А.А.	289
Никанорова Е. А.	102	Светличный П.В.	256
Никитенко В.А.	221	Сельдяев В.И.	384
Никифоров К.Г.	450	Семенов М.Б.	110
Никогосян Г.С.	492	Семенова Е.Ю.	384
Николаева А.В.	323	Семченко А.В.	258
Новоселов В.И.	260	Сергеева О.В.	336
Овдиенко Е. Н.	371	Серебрякова С.С.	468
Овсянникова О.С.	348	Серегин Н.П.	135
Орликов Л.Н.	345	Серегин П.П.	135, 323
Остроумова Ю.С.	20, 153, 415	Симонова Н.А.	356
Павлейно М.А.	191	Синявский Н.Я.	311
Павлов К.В.	140	Скоросова И.С.	110
Павлова Т. О.	208	Скроботова Т.В.	180
Паламарчук И.В.	289	Слепков А.И.	102
Пауткина А.В.	221	Смирнов А.П.	68
Паутова А.А.	454	Смирнов В.В.	85, 186, 189, 215
Пашкевич М.Э.	162	Смирнов Ю.М.	354
Пеганов С.А.	114	Смык А.Ф.	356, 360

Содикова Ш.М.	87, 118, 120	Чечеткина Н.В.	376
Соколов В.М.	218	Чижигов В.И.	81
Соколов Д.А.	199	Чиликанова Л.В.	379
Соловьев В.Г.	153	Чистякова Н.И.	50, 54
Сорокина И.В.	199	Чунахунова С.	140
Спиридонов А.А.	360	Шадрин Е.Б.	162
Спиридонова Л.В.	360	Шалденкова А.В.	135
Старов Э.Н.	184	Шандаров С.М.	303, 345
Степанова В.А.	339	Шапочкин Б.М.	11
Степанова Т.Р.	363, 365	Шаронова Н.В.	494
Стефанова Г.П.	186, 189	Шарощенко В.С.	494
Стишков Ю.К.	191	Шейнман И. Л.	371
Стриханов М.Н.	3	Шишелова Т. И.	206, 208
Сушенцев Д.М.	96	Шишпанов А.И.	96
Тамуж В.П.	193	Юнович А.Э.	131
Темнов Д.Э.	471	Якименко А.Н.	365
Тимофеев Н.А.	48	Яковлева Т.А.	78
Ткачева Т.М.	368	Яковлева Т.Ю.	46
Толстик А.Л.	33, 98, 137	Якута Е.В.	211
Трофимов А.В.	275	Яников М.В.	153
Трофимова Е.И.	424		
Трухачева В.А.	194		
Туркин А.Н.	60, 131		
Турцевич А.С.	258		
Тюканов А.С.	177		
Урюпин О.Н.	196		
Урюпина К.О.	196		
Фахретдинов И.А.	405		
Федоренко О.В.	447		
Федоров О.Л.	180		
Федорова Н.Б.	474		
Федосенко Е.А.	478		
Федосенко Т.Н.	478		
Фесан А.А.	273		
Фисенко М.А.	75		
Фомичева Е.Е.	471		
Фроня А.А.	3		
Ханин Д.С.	480, 482		
Ханин С.Д.	20, 153, 482		
Ходанович А.И.	199		
Ходыкин С.А.	484		
Худякова И.И.	487		
Хунджуа А.Г.	201		
Цатурян А.М.	490, 492		
Червова А.А.	203		
Черненко Ю. С.	371		
Черных А.В.	373		
Чехонин И.А.	84		

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Сетевые формы обучения – эффективность и перспективы: опыт института магистратуры НИЯУ МИФИ.....	3
Григорьева М.С., <u>Завестовская И.Н.</u> , Крохин О.Н., Стриханов М.Н., Фроня А.А.	
Подходы к разработке КИМ ЕГЭ и ОГЭ в соответствии с требованиями ФГОС.....	8
Демидова М.Ю.	
Журналу «Физическое образование в вузах» - 20 лет	11
Калачев Н.В., Крохин О.Н., Шапочкин Б.М.	
Кризисные явления в преподавании физики	14
Кожевников Н. М.	
О природе фотона.....	17
Крохин О.Н.	
Синтез фундаментальных и прикладных знаний как ключевой концепт обновления содержания физического образования	20
Остроумова Ю.С., Ханин С.Д.	

СЕКЦИЯ 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Physics for students of chemistry and biology in faculty of science, masaryk university, brno, Czech Republic	23
Bochníček, Z.	
Метод импедансной спектроскопии в специальном физическом практикуме	26
Аванесян В.Т., Абрамова Н.М.	
Электрофизические и оптические свойства полимерного материала в специальном физическом практикуме.....	28
Аванесян В.Т., Максютлова А.Р., Ракина А.В.	
Практикум по экспериментальным методам исследования.....	30
Авдеев Н.А., Артамонов О.Н., Мельников А.И.	
Перестраиваемые лазеры на красителях в лабораторном практикуме	33
Агишев И.Н., Казак А.А., Толстик А.Л.	
О подготовке бакалавров по профилю «Океанология» в филиале МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе	36
Алешкевич В.А., Дулов В.А., Кульша О.Е.	

Мир атомов и молекул в современном курсе молекулярная физика	38
Алешкевич В.А.	
Условия формирования и развития ИТ-компетентности бакалавров профилей «Физика» и «Информатика» в холистичной информационно-образовательной среде вуза	40
Аниськин В.Н.	
Физика, системное мышление и синдром соучастия	42
Баранов А.М.	
Строгость определений в курсе общей физики. 11. Электрический потенциал, разность потенциалов и электрическое напряжение	46
Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю.	
Электронный ресурс «Физика и спектроскопия квазимолекул»	48
Бобрикова А.А., Беляев А.К., Городецкий А.А., Дадонova А.В., Dalimier E., Девдариани А.З., Тимофеев Н.А.	
Бально-рейтинговая система в курсе общей физики как объективный инструмент контроля знаний	50
Боков П.Ю., Бушина Т.А., Лукашева Е.В., Чистякова Н.И.	
Об особенностях формулировок законов сохранения механической энергии и импульса в разных умк для старшей школы и методик их применения при подготовке к ЕГЭ и вступительным испытаниям в вуз	52
Боков П.Ю., Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М.	
Рабочие тетради по физике как инструмент подготовки учащихся к егэ и участию в олимпиадах (на примере УМК авт. А.В. Грачев, В.А. Погожев и др.)	54
Боков П.Ю., Грачёв А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Лукашева Е.В., Чистякова Н.И.	
Исследование режима получения интерметаллической фазы методом прямого электрического нагрева композиционных материалов	56
Волкова Е.С., Рудин А.В.	
Практикум по волоконной оптике и физике светодиодов	60
Воронин В.Г., Маркова С.Н., Наний О.Е., Туркин А.Н.	
Определение модуля юнга твердых тел компенсационным импульсно-фазовым методом вариации частоты	62
Ганиев Р.Р., Рудин А.В.	
Развитие культуры физического эксперимента в рамках курса «Методы исследования в физике конденсированного состояния вещества»	66
Горяев М.А., Попова И.О.	
Технология физического эксперимента: спектрально-люминесцентные исследования	68
Горяев М.А., Попова И.О., Смирнов А.П.	

Отрицательные эксперименты в квантовой физике и фоковский принцип относительности к средствам измерения	71
Гриб А.А.	
Метод функций гринна при изучении свойств ядерной материи.....	72
Гриднев К.А., Даниленко В.А., Кондратьев А.С.	
Физика атмосферных явлений в задачах-оценках	75
Джалмухамбетов А.У., Фисенко М.А.	
Использование реберных моделей при изучении темы «Стационарный электрический ток»	78
Дивин Н.П., Яковлева Т.А.	
О креативности в курсе общей физики	81
Добро Л.Ф., Чижиков В.И.	
Методика преподавания лазерной физики на примере, связанном с источниками когерентного излучения на атомных поляритонах	84
Егоров В.С., Чехонин И.А.	
Опыт организации производственной практики студентов-физиков астраханского государственного университета на базовой кафедре в ифтт ран (г.Черноголовка) ...	85
Ефимов В.Б., Классен Н.В., Левченко А.А., Лихтер А.М., Смирнов В.В.	
Прогнозирование проблемных ситуаций в преподавании курса общей физики.....	87
Захидова М.А., Содикова Ш.М.	
Проектная деятельность студентов по истории физики как возможность усиления гуманитарного компонента физико-математического образования	90
Зюзин С.Е., Матвеева Л.И., Ерохина Р.Я.	
Курс истории физики в педагогическом вузе: традиции и инновации.....	93
Ильин В.А., Кудрявцев В.В.	
О корректности описания электрического пробоя разрядной трубки в курсах общей физики и физики газового разряда	96
Ионих Ю.З., Мещанов А.В., Шишпанов А.И., Коршунов А.Н., Сушенцев Д.М., Бутрис М.	
Перестраиваемые лазеры на основе вынужденного комбинационного рассеяния в лабораторном практикуме	98
Казак А.А., Толстик А.Л.	
Практическое изучение механики в университетском курсе общей физики.....	102
Клавсюк А. Л., Никанорова Е. А., Слепков А. И., Салецкий А. М.	
О влиянии понятия «система отсчёта» на физический смысл теории.....	104
Коновалов В.В.	

Методические приемы обучения физике иностранных студентов медицинского вуза на лабораторных занятиях	107
Коробкова С.А.	
Изучение особенностей туннельных вольт-амперных характеристик контакта зонда атомно-силового микроскопа к поверхности квантовой точки в курсе полупроводниковой наноэлектроники	110
Кревчик В.Д., Семенов М.Б., Зайцев Р.В., Кревчик П.В., Скоросова И.С., Арынгазин А.К.	
Гносеологические аспекты дидактики. к вопросу интерпретации и анализа результатов измерений.....	111
Крюков Н.А., Крюкова Т.В.	
Задачи дискретизации в измерениях	114
Крюков Н.А., Пеганов С.А.	
Оценка информативности физического практикума	118
Кубонов М., Бегматова Д.А., Содикова Ш.М.	
Методика разработки и чтения спецкурсов по физике.....	120
Кубонов М., Содикова Ш.М., Бегматова Д.А.	
Методика преподавания понятия энтропии в курсе общей физики.....	123
Кувандиков О.К., Салахитдинова М.К., Мурадова З.	
Структура физического знания	125
Липкин А.И.	
Модель свободных электронов для гетероядерных молекул.....	128
Литинский Г.Б.	
Специальный курс «Микромагнетизм» в системе подготовки бакалавров и магистров по специальности «Физика конденсированных сред и сложных систем»	130
Лукашева Е.В.	
Использование последних достижений науки в образовательном процессе	131
Маркова С.Н., Матешев И.С., Туркин А.Н., Юнович А.Э.	
Практикум по определению пространственного распределения электронных дефектов в решетках высокотемпературных сверхпроводников для студентов физических специальностей	135
Марченко А.В., Рабчанова Т.Ю., Серегин П.П., Серегин Н.П., Шалденкова А.В.	
Твердотельный ND:YAG лазер с диодной накачкой в специальном физическом практикуме	137
Мельникова Е.А., Назаров С.А., Толстик А.Л.	
К вопросу изучения электронно-атомных взаимодействий на кафедре оптики физического факультета СПбГУ	140

Митюрева А.А., Павлов К.В., Чунахунова С., Куренкова А.В.	
Методология решения проблем в формировании исследовательских компетенций магистрантов	144
Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Акжолова А.А.	
Внедрение научных исследований по проблемам массопереноса в учебный процесс	147
Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Акжолова А.А.	
Технологические карты в системе умк по физике	150
Монастырский Л.М.	
Сопоставление волновых уравнений и обобщений, ведущих к уравнению дирака	151
Мубаракшин И.Р.	
Формирование опыта применения фундаментальных знаний для освоения содержания перспективных направлений научно-технического развития	153
Остроумова Ю.С., Соловьев В.Г., Ханин С.Д., Яников М.В.	
Основные принципы построения методической системы обучения физике в высшей школе в условиях кредитной технологии	156
Пономаренко Е.В., Косов В.Н.	
Лабораторный практикум по физике для студентов аграрного вуза как основа дальнейшего изучения спецкурсов	159
Попов И.В.	
Магнитооптика кристаллов силиката висмута	162
Попова И.О., Кастро Р.А., Ильинский А.В., Шадрин Е.Б., Пашкевич М.Э.	
Физика газовых разрядов для бакалавров педагогического образования	166
Прохорова Е.И., Платонов А.А.	
Комплекс задач специального практикума по метаматериалам: Волны в биатомных магнитных метаматериалах. Фононоподобная дисперсия	168
Радковская А.А., Прудников В.Н., Ведяев А.В., Котельникова О.А., Прудникова М.В., Королев А.Ф., Захаров П.Н., Белов А.А.	
Новые тенденции в изучении термодинамики и ее преподавании в курсах общей и теоретической физики	171
Рудой Ю.Г.	
Изучение фрактальной оптики в классическом университете	174
Рыжикова Ю.В.	
О развитии теории нелинейных колебаний и ассимиляции в различных областях знаний	177
Рыжов И.В., Грабов В.М., Васильев Н.А., Тюканов А.С.	

Реализация деятельностного подхода во внеурочной работе по физике.....	180
Скроботова Т.В., Федоров О.Л.	
Демонстрационная установка для изучения свойств голограмм	184
Старов Э.Н.	
Обучение студентов планированию экспериментальной деятельности при проведении физических исследований	186
Стефанова Г.П., Смирнов В.В.	
Формирование профессиональных компетенций у студентов инженерных специальностей в практикуме по общей физике.....	189
Стефанова Г.П., Смирнов В.В.	
Инновационные методы подготовки специалистов на физическом факультете СПбГУ в научно-образовательном центре «Электрофизика»	191
Стишков Ю.К., Ключарев А.Н., Павлейно М.А.	
Теоретико-методологические аспекты физики и механики радиационного разрушения композитных материалов	193
Тамуж В.П., Кожамкулов Б.А., Битибаева Ж.М.	
Невозможные фигуры в физике	194
Трухачева В.А., Бородин В.И.	
Вызовы нового времени и дистанционное сопровождение учебных курсов.....	196
Урюпина К.О., Урюпин О.Н.	
Спектральный анализ нелинейных колебаний в многомерном фазовом пространстве.....	199
Ходанович А.И., Сорокина И.В., Соколов Д.А.	
Ошибки в учебниках – от «Окружающего мира» до «Курса общей физики»	201
Хунджуа А.Г.	
Проектирование содержания профессионально-ориентированного курса физики для студентов-дизайнеров	203
Червова А.А.	
Пути повышения интереса исследовательской деятельности бакалавриата на кафедре физики ИрГТУ	206
Шишелова Т. И.	
Формирование исследовательской компетенции на кафедре физики ИрГТУ	208
Шишелова Т. И., Павлова Т. О.	
Опыт создания интегрированного специального курса «современные проблемы физики конденсированного состояния вещества» для студентов магистратуры, специализирующихся в области физики твердого тела	211
Якута Е.В., Прудников И.Р., Илюшин А.С., Бажанов Д.И.	

СЕКЦИЯ 2. ФИЗИКА В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

О роли физического факультета мгу в повышении квалификации преподавателей физики в технических университетах	214
Авенариус И.А., Захаров В.Г.	
Создание виртуальной лекционно-демонстрационной аудитории по физике.....	215
Алыкова О.М., Смирнов В.В.	
Модель физической компетентности как описание целей подготовки по физике в техническом вузе	218
Ан А.Ф., Соколов В.М.	
УИРС и НИРС на базе модульной оптоволоконной системы Avantes в лаборатории НОЦ ФИАТ МИИТ	221
Андреев А.И., Кокин С.М., Мухин С.В., Никитенко В.А., Пауткина А.В.	
Изучение физических основ применения кавитационных технологий и наномодификаторов технологической жидкости в инженерии поверхности деталей машин.....	225
Артемов И.И., Кревчик В.Д., Зайцев Р.В.	
Сравнительный анализ особенностей обучения физике в техническом и военнотехническом вузе: I. Организация процесса обучения	225
Бабаева М.А.	
Сравнительный анализ особенностей обучения физике в техническом и военнотехническом вузе. II. Проведение занятий.....	228
Бабаева М.А.	
Интерактивные методы проведения практических занятий по физике в техническом университете	230
Бабаева М.А.	
Интерактивные тренинги при обучении физике на инженерных направлениях подготовки в условиях ФГОС	233
Баяндин Д.В.	
2015 год - международный год света и световых технологий.....	236
Березина О.Я., Луизова Л.А.	
Рабочий конспект для мультимедийных лекций по физике	239
Босенко А.А.	
Особенности построения лекции в модульном обучении.....	241
Ваганова В.И., Ваганова Т.Г.	
Профессионально-ориентированная подготовка студентов инженерных направлений подготовки в курсе физики.....	244

Валишева А.Г., Крутова И.А.	
Обучение физике в техническом вузе по ФГОС ВПО.....	247
Власова С.В.	
Некоторые особенности организации учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий на кафедре физики Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.....	251
Воищев В.С., Беляев А.Н., Котарев А.В., Ларионов А.Н., Воищева О.В.	
О практико-ориентированном контексте заданий по физике студентам заочного отделения технического университета.....	253
Герцен Т. А., Любимова Н. Ю.	
Изучение свойств материалов, используемых в современных электронных компонентах и радиодеталях, в рамках лабораторного практикума по физике твёрдого тела.....	256
Голубев Я.Д., Курашова С.А., Светличный П.В.	
Роль филиалов кафедр в профессиональной адаптации выпускников на предприятии	258
Гольдаде В.А., Мышковец В.Н., Семченко А.В., Колос В.В., Турцевич А.С.	
Изучение сильно вырожденных идеальных газов в технических вузах.....	260
Гольдман В.М., Новоселов В.И.	
Анализ качества знаний пилотов-первокурсников по физике.....	263
Громова Н.Ю., Глухов В.П.	
Лабораторный физический практикум для бакалавров строительных специальностей	266
Гурьянов А.М.	
Физические методы исследования наноструктурированного состояния гидратированных цементных композиций и образовательный процесс в строительном вузе	268
Гурьянов А.М., Лебедев В.Т., Лебедев В.М.	
Применение законов механики для оценки деформации автомобилей при столкновении.....	270
Демидова Н.С.	
Лабораторная работа «Изучение вязкости тяжёлой структурированной нефти» ..	273
Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю., Фесан А.А.	
Курс физики глазами курсантов	275
Егорова Н.И., Долматова О.А., Дмитриев М.В., Трофимов А.В.	
Элементы архитектурной климатологии как фрагменты физического образования студентов строительной специальности университетов	277
Елаховский Д.В.	

Организация практических занятий для студентов строительной специальности университетов	280
Елаховский Д.В.	
Матричный метод формирования программы учебной дисциплины «Физика» в техническом университете	283
Еркович О.С., Морозов А.Н., Есаков А.А.	
Основные принципы организации физического практикума нового поколения в техническом университете в рамках ФГОС ВО поколения 3+	287
Еркович О.С., Морозов А.Н., Поздышев М.Л.	
Природные источники электрического тока	289
Задерновский А.А., Паламарчук И.В., Сафронов А.А.	
О создании новых учебных пособий по физике (бакалавриат)	291
Захаров В.Г., Авенариус И.А.	
Тест перед экзаменом по электромагнетизму для студентов второго курса физического факультета МГУ	293
Иванова (Полякова) И.Б., Митин И.В., Иванов В.Ю.	
Современные представления учебного материала по физике для заочного обучения	296
Ипполитова Г.К.	
Метастабильные состояния в одномерной модели	298
Исмагилов Р.Г.	
Дистанционные технологии при реализации курса общей физики в НИЯУ МИФИ	301
Калашников Н.П., Муравьев-Смирнов С.С.	
Лабораторный физический эксперимент по исследованию фотоиндуцированных явлений в фоторефрактивных кристаллах в системе подготовки бакалавров и магистров в области фотоники и оптоинформатики	303
Кистенева М.Г., Шандаров С.М., Акрестина А.С., Мамбетова К.М., Поздеева Э.В., Каргин Ю.Ф.	
Проблемы освоения физических экспериментальных методов в прикладном бакалавриате в ходе выполнения курсового проекта	305
Корнева И.П.	
Исследование спектральных зависимостей края оптического поглощения при фотостимулированных превращениях в ХСП в физическом спецпрактикуме	308
Корнева И.П., Корнев К.П.	
Фазовые переходы в парадихлорбензоле как пример обучения методам ЯКР в аспирантуре	311
Корнева И.П., Синявский Н.Я.	

Мультимедийный формат в лекционном курсе для материаловедов «Физика волновых процессов»	314
Курашев С.М.	
Использование АМД-методов для исследования флуктуаций свойств приповерхностных слоев материалов в конденсированном состоянии	317
Кустов А.И., Мигель И.А.	
Объектно-ориентированная среда обучения в лабораторном практикуме	321
Мамаева И.А.	
Практикум по рентгенофлуоресцентной спектроскопии бинарных халькогенидных стеклообразных полупроводников для студентов физических и химических специальностей	323
Марченко А.В., Жаркой А.Б., Николаева А.В., Серегин П.П., Бобохужаев К.У.	
Концептуальные основы обучения физике студентов инженерных специальностей	326
Масленникова Л.В., Родиошкина Ю.Г.	
Реализация принципа преемственности обучения физике при формировании экспериментальных навыков студентов технических университетов	329
Матвийчук А.В., Подласов С.А.	
Возможности интеграции фундаментальной подготовки и инновационной деятельности студентов технического университета	332
Мустафаев А.С., Ломакина Е.С.	
Как организовать обучение физике первокурсников со слабой подготовкой	336
Назаров А.И., Сергеева О.В.	
Виды и категории сил трения в классической механике.....	339
Наими Е.К., Степанова В.А.	
К вопросу о мотивации получения инженерного образования	342
Немов С.А., Ларченкова Л.А.	
Формирование вектора поддержки интереса школьников и студентов к инженерному образованию	345
Орликов Л.Н., Лугина Н.Э., Шандаров С.М.	
Связь курсов общей и теоретической физики в техническом вузе (на примере термодинамики)	348
Рудой Ю.Г., Овсянникова О.С.	
Подготовка к профессиональной инженерной деятельности через проектный подход	352
Самохина С.С.	
Реализация дуального обучения на кафедре физики карагандинского государственного технического университета.....	354

Смирнов Ю.М., Кенжин Б.М.	
Роль электронного тестирования по физике в системе современного инженерного образования	356
Смык А.Ф., Гусева Е.А., Симонова Н.А.	
Информационная система для эффективного изучения курса физики.....	360
Смык А.Ф., Спиридонов А.А., Бахтина Е.Ю., Белкова Ю.А., Спиридонова Л.В.	
«Оптика и квантовая механика» - лабораторный физический практикум для магистров.....	363
Степанова Т.Р., Вяххи Е.Н.	
Классические эксперименты в курсе физики для магистров.....	365
Степанова Т.Р., Якименко А.Н.	
Студенческие научные конференции как альтернатива традиционному экзамену	368
Ткачева Т.М.	
Лабораторный комплекс для изучения свободных и вынужденных колебаний	371
Черненко Ю. С., Шейнман И. Л., Овдиенко Е. Н., Богатский К. М.	
Развитие критического мышления студентов технических вузов в процессе обучения физике	373
Черных А.В.	
Балльно-рейтинговая система как система учета качества выполнения текущей работы в семестре при выставлении итоговой оценки по дисциплине	376
Чечеткина Н.В., Ломакина Е.В.	
Тестирование в строительной физике	379
Чиликанова Л.В.	

СЕКЦИЯ 3. ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПО ФИЗИКЕ

Защита методического портфолио как форма итоговой государственной аттестации магистров.....	382
Агибова И.М., Крахоткина В.К.	
Особенности основной образовательной программы по направлению подготовки «050100 Педагогическое образование» профиль «Физическое образование»	384
Анисимова Н.И., Сельдяев В.И., Семенова Е.Ю.	
Продуктивное обучение как технология развития самостоятельности студентов в проектировании учебного процесса и средств обучения физике.....	387
Антонова Д.А.	
Формирование общекультурных и специальных компетенций при изучении курса общей и экспериментальной физики в педвузе.....	391

Бочкарева О. Н., Беспаль И. И.	
Дистанционный курс “Физические задачи в российской учебной литературе. Становление задачного метода обучения”	394
Бражников М.А.	
Дополнительная программа повышения квалификации учителей «Лабораторный и демонстрационный эксперимент по физике на оборудовании L-micro».....	398
Верховцева М.О., Самарюк Л.Э.	
Подготовка педагогических кадров к реализации концепции профессиональной ориентации обучающихся в системе непрерывного естественнонаучного образования	401
Гавриленкова И. В.	
Физика элементарных частиц в современном курсе общей физики.....	403
Гаврилов С.П., Гороховатский Ю.А.	
Организация занятий по дисциплине ТиМОФ у студентов педвузов при переходе к ФГОС	405
Даутова К.В., Фахретдинов И.А., Десненко С. И.	
Построение курса «Электронные образовательные ресурсы в обучении физике» на основе ситуационного подхода	411
Донскова Е.В., Данильчук Е.В.	
Интеграция проблематики современных наукоемких технологий в содержание предметной подготовки педагогических кадров по физике	415
Доронин В.А., Остроумова Ю.С.	
Самодельное устройство для определения величины магнитной индукции и силы ампера магнитогидродинамическим методом.....	418
Дрмеян Г. Р.	
Проектно-деятельностный подход к формированию и оцениванию компетенций.....	421
Зеличенко В.М.	
Гибкая дифференциация студентов направления «педагогическое образование» по сдвоенным профилям	423
Исаев Д.А.	
Сравнительный анализ подготовки учителей физики в бакалавриате и специалитете	424
Карпачева И.А., Трофимова Е.И.	
Принцип бинарности в подготовке бакалавров по направлению «Физическое образование»	428
Кашкарова Е.А., Ларченкова Л.А.	
Портрет учителя физики в ближайшие 20 лет: мечты и реальность.....	431
Крысанова О.А.	

Модульный курс «История радиофизики» для магистров в педагогическом вузе	433
Кудрявцев В.В.	
Компетенции учителя физики, необходимые для реализации программ основного и среднего общего образования	435
Кузнецова О.В.	
Принцип преемственности в подготовке преподавателей физики в классическом университете	438
Ланкина М.П.	
Профессиональная подготовка учителя физики к реализации исследовательского обучения	441
Лебедева О.В., Гребенев И.В.	
Начальный этап формирования исследовательских умений учащихся при обучении физике в 5-6 классе.....	444
Масленникова Ю.В.	
О путях интеграции науки и образования в образовательной программе будущих магистров педагогических наук по физике.....	447
Молдабекова М.С., Федоренко О.В., Акжолова А.А.	
Реализация образовательного потенциала университетского музея в профессиональной подготовке учителя физики.....	450
Мыслинская Н.Л., Никифоров К.Г.	
Подготовка будущих учителей физики к применению современного цифрового оборудования в школьном физическом эксперименте.....	454
Паутова А.А.	
Голография в качестве тематики выпускных квалификационных работ в педагогическом университете	457
Погожих С.А., Потапова М.В., Карасова И.С.	
Междисциплинарный курс «Физика природных явлений» в системе подготовки бакалавров педагогического образования (профиль «Информатика и физика») ...	462
Проклова В. Ю.	
Особенности изучения курса общей физики бакалаврами педагогического образования	465
Прохорова Е. И., Назаров А. И.	
Курс «Раскрытие историко-биографического компонента содержания учебного курса физики через проектную деятельность школьников с применением ИКТ» в подготовке будущих педагогов.....	468
Садыкова М.А., Серебрякова С.С.	
Проектно-исследовательская деятельность в процессе обучения студентов педагогического вуза общей физике	471
Темнов Д.Э., Фомичева Е.Е.	

Преимственность компетенций обучающихся в системе непрерывного физического образования	474
Федорова Н.Б.	
Некоторые проблемы профессиональной подготовки педагогов-физиков.....	478
Федосенко Е.А., Федосенко Т.Н., Гольдаде В.А.	
Развивающие ресурсы специализации студентов в определенной проблемной области при обучении физике	480
Ханин Д.С.	
Специализация студентов в предметной области как средство реализации исследовательского обучения физике	482
Ханин Д.С., Ханин С.Д.	
Лабораторный практикум по астрономии для магистрантов	484
Ходыкин С.А.	
Лабораторный практикум по оптике для студентов по специальности «бакалавр образования»	487
Худякова И.И.	
Некоторые вопросы подготовки педагогических кадров по физике	490
Цатурян А.М.	
Роль решения физических задач при подготовке будущих учителей физики	492
Цатурян А.М., Манукян В.Ф., Никогосян Г.С.	
Опыт подготовки будущих учителей физики в области нанотехнологий.....	494
Шарощенко В.С., Земляная А.А., Шаронова Н.В., Разумовская И.В.	

ФИЗИКА В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ
(ФССО-15)

Материалы XIII международной конференции
Санкт-Петербург, 1 - 4 июня 2015 г.

Том 1

Печатается с оригинал-макета, предоставленного авторами

Подписано в печать 11.05.2015
Формат 60x84 1/16
Печать цифровая. Бумага
офсетная. Усл. печ. л. 32
Заказ №18 Тираж 250 экз.
Отпечатано ООО «Фора-принт»
СПб., Средний пр. 4
Тел. 924-89-78