

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ДИСЦИПЛИНАМ**



**INNOVATIVE TEACHING TECHNIQUES
IN PHYSICS, MATHEMATICS,
VOCATIONAL AND MECHANICAL TRAINING**

Материалы XII Международной
научно-практической конференции

Мозырь, 5–6 марта 2020 г.

В двух частях
Часть 1

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Мозырский государственный педагогический университет
имени И. П. Шамякина»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ДИСЦИПЛИНАМ

INNOVATIVE TEACHING TECHNIQUES
IN PHYSICS, MATHEMATICS,
VOCATIONAL AND MECHANICAL TRAINING

Материалы XII Международной
научно-практической конференции

Мозырь, 5–6 марта 2020 г.

В двух частях

Часть 1

Мозырь
МГПУ им. И. П. Шамякина
2020

УДК 37:001.895
ББК 74
И66

Печатается по решению научно-технического совета
учреждения образования «Мозырский государственный педагогический
университет имени И. П. Шамякина» (протокол от 21.05.2020 № 6)

Редакционная коллегия:

И. Н. Ковальчук, кандидат педагогических наук, доцент (ответственный редактор);
Т. В. Карпинская, кандидат педагогических наук, доцент;
Г. В. Кулак, доктор физико-математических наук, профессор;
Е. М. Овсиюк, кандидат физико-математических наук, доцент;
О. Ф. Смолякова, кандидат педагогических наук, доцент;
В. С. Савенко, доктор технических наук, профессор;
В. В. Шепелевич, доктор физико-математических наук, профессор

И66 **Иновационные** технологии обучения физико-математическим
и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in
physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы
ХII Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 5–6 марта 2020 г. В 2 ч. Ч. 1 /
УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. –
Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2020. – 226 с.
ISBN 978-985-477-720-7.

В сборнике представлены материалы научных исследований по использованию
инновационных технологий обучения физико-математическим и профессионально-техническим
дисциплинам в учреждениях общего среднего, профессионально-технического, среднего
специального и высшего образования.

Адресуется научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

УДК 37:001.895
ББК 74

ISBN 978-985-477-720-7 (ч. 1)
ISBN 978-985-477-718-4

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2020

Секция 1



Опыт и перспективы использования инновационных технологий в преподавании физико-математических дисциплин в учреждениях высшего образования

С. К. АБСОБИРОВ,¹ Ш. Н. ХУШНАЗАРОВА²

¹НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

²Школа № 10 г. Навои (г. Навои, Узбекистан)

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

В настоящее время в системе высшего образования широко используются информационные технологии, а также компьютерное программирование и моделирование процессов и явлений и результатов теоретических исследований. Об этом говорится в Национальной программе подготовки кадров Департамента высшего образования Республики Узбекистан. В то же время приобретение новых знаний определяется как обогащение взглядов учащихся на природу процессов и явлений, формирование самостоятельного мышления, овладение компьютерными технологиями и внедрение теоретических и практических знаний при решении различных задач.

В свою очередь, информация – это форма данных, которая может быть представлена в форме речи, текста, изображений, графиков, таблиц, видео, звука и других носителей. Как правило, информация – это широкое научное определение межличностных взаимодействий, обмена информацией между обществом и ПК, между живой и неживой природой.

Информатика – единственная отрасль науки, техники и производства, которая связана с обработкой, хранением и передачей информации во всех областях человеческой деятельности с помощью персональных компьютеров и средств современной телекоммуникации. Информатика также включает в себя разработку методологий информационных технологий для общественной деятельности и управления процессами с помощью компьютерных технологий, а также фундаментальные дисциплины и информационные системы в рамках конкретной производственной деятельности человека. В свою очередь, сфера деятельности человека, а также каждой отрасли науки, будь то естественная или социальная сфера, характеризуется своими особенностями. Так, например, в настоящее время одним из основных видов информации является экономическая информация, которая может упрощать работу, касающуюся больших общественных групп, организацию процессов управления на предприятиях и в других экономических структурах.

Современные достижения в науке и инновационные подходы в области информационных технологий обуславливают потребность в информации во всех областях науки и человеческой деятельности, что требует информатизации общества.

Информатизация общества в республике способствует повышению уровня жизни людей, удовлетворению социальных потребностей, экономическому росту и развитию науки и техники.

Информатизация общества – это использование информации как основы общества, которая обеспечивает экономическую стабильность, развитие науки и техники в стране, ускорение процесса демократизации и повышению образованности общества.

Информатизация общества – это объективный процесс, предполагающий повышение роли интеллектуальной деятельности во всех сферах жизни человека.

Процесс информатизации общества можно разделить на следующие основные области:

– комплексная автоматизация взаимодействия трудовых, технологических и производственных процессов;

– информатизация исследовательских, конструкторских и производственных процессов;

– организационно - экономический менеджмент автоматизации.

В любой науке информация широко используется, так как она оперирует понятиями в обобщенном виде. Например, химия исследует вещества в природе и их взаимодействия, свойства, теоретические и практические аспекты. В преподавании химии широко используются различные методы и приемы, в основе которых лежит сочетание приобретенных теоретических знаний и навыков. Ключ к освоению материала – это передача определенного объема информации слушателю (студенту). По данным Госкомстата, если количество студентов, обучающихся в высших учебных заведениях, меняется, эта тенденция неуклонно растет. Современные компьютерные технологии очень важны для получения определенных видов информации. Независимо от того, как используется информация, важная роль компьютерных технологий в сборе, хранении, обработке и использовании информации определяет то, что:

– во-первых, использование новых информационных технологий в образовании ускорит процесс обучения по отношению к стандартной (традиционной) системе, повысит интерес студентов к науке и творчеству и сделает его предметом учебного процесса;

– во-вторых, следующие формы новых информационных технологий в образовательном процессе будут доступны: компьютерные классы, уроки с использованием компьютерных демонстрационных материалов, организация групповой и командной работы со студентами, организация активных научных исследований студентов, рациональное распределение своего времени вне учебной деятельности.

Быстрорастущие потребности нашего общества в интеграции информационных технологий в учебный процесс – это электронные учебники, виртуальные стенды, доступ в интернет, классные и внеклассные занятия в высших учебных заведениях.

**А. С. АКРЕСТИНА, А. В. МИХАЙЛЕНКО, К. Г. АКСЕНОВ, М. Г. КИСТЕНЕВА,
С. М. ШАНДАРОВ, С. В. СМЕРНОВ**
ТУСУР (г. Томск, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУР GaN/InGaN НА САФИРОВОЙ ПОДЛОЖКЕ

Внедрение технологии группового проектного обучения (ГПО), являющейся инновационным элементом учебного процесса, активно поддерживается в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Работа проектной группы студентов, выбравших дисциплины ГПО, организуется как составная часть профессионального цикла учебного плана для специалистов, бакалавров или магистров. Для студентов направлений подготовки «Электроника и наноэлектроника» и «Фотоника и оптоинформатика» актуальными являются научные исследования в области квантовой и волноводной фотоники, когерентной и нелинейной оптики, оптического материаловедения. Они позволяют приобрести навыки по изучению оптических свойств нелинейных и фоточувствительных кристаллов и волноводных композитных структур и по реализации на их основе базовых элементов для приборов фотоники, нелинейной оптики и лазерной техники.

Доступными для изучения оптическими методами в видимом, УФ и ближнем ИК диапазоне являются гетероструктуры на основе пленок GaN/InGaN, выращенные на подложках из сапфира (Al_2O_3) для производства синих светодиодов [1]. Волноводные свойства таких структур, перспективных также и для нелинейных преобразований лазерного излучения, изучались ранее в работе [2]. Предметом исследования в рамках дисциплины ГПО двумя студентами, являющимися соавторами данного доклада, являлось экспериментальное исследование спектральной зависимости коэффициента отражения $R_{GaN}(\lambda)$ эпитаксиальных структур GaN/InGaN, выращенных на сапфировой подложке, в диапазоне от 400 до 900 нм.

Спектроскопические исследования коэффициентов отражения оптического излучения от прозрачных оптических элементов позволяют студентам познакомиться с принципом действия спектрофото-

метров, освоить методику экспериментальных измерений и статистической обработки данных, а также графического представления полученных спектральных зависимостей. При измерениях спектральных зависимостей коэффициента отражения $R_r(\lambda)$ на спектрофотометре Shimadzu UV-2700 используется метод сравнения мощностей пучков, отраженных от исследуемого образца $P_r(\lambda)$ и от входящего в комплект соответствующей приставки алюминиевого зеркала $P_e(\lambda)$. Поскольку коэффициент отражения эталонного зеркала $R_{Al}(\lambda)$, также являющийся спектрально зависимым в рабочем диапазоне от 185 до 900 нм, не был известен, то первой задачей студентов, которую они решали в четвертом семестре, было определение этой зависимости. Для получения данных по $R_{Al}(\lambda)$ в качестве сравнительного эталона использовалась пластина из плавленного кварца SiO_2 , для которого дисперсия показателя преломления $n(\lambda)$ хорошо известна [3]. Для определения спектральной зависимости коэффициента отражения $R_s(\lambda)$ плоскопараллельной кварцевой пластины студентами было получено для неё аналитическое выражение, учитывающее многократные отражения [4], в которое входит показатель поглощения $\alpha_s(\lambda)$. Необходимость нахождения данного параметра потребовала от студентов освоения методики измерения пропускания $T_s(\lambda)$ прозрачных плоскопараллельных образцов на спектрофотометре Shimadzu UV-2700 и вычисления из полученных экспериментальных данных спектральной зависимости $\alpha_s(\lambda)$. В итоге ими была определена спектральная зависимость коэффициента отражения комплектного алюминиевого зеркала $R_{Al}(\lambda)$ в виде набора цифровых данных для диапазона от 185 до 900 нм, с шагом $\Delta\lambda = 1$ нм, в графическом виде представленная на рисунок 1. Полученные результаты были подготовлены студентами к публикации в виде доклада, сделанного одним из них на I Всероссийской научной конференции ведущих научных школ в области радиолокации, радионавигации и радиоэлектронных систем передачи информации, посвящённой памяти профессора Г. С. Шарыгина (Шарыгинские чтения) [4].

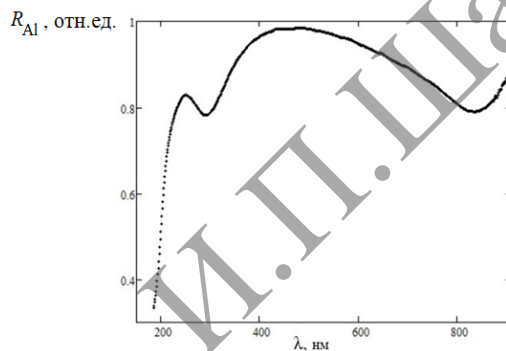


Рисунок 1. – Спектральная зависимость коэффициента отражения комплектного алюминиевого зеркала спектрофотометра Shimadzu UV-2700 [4]

Найденная спектральная зависимость $R_{Al}(\lambda)$ позволила рассчитать из экспериментальных данных реальные спектральные зависимости $R_{GaN}(\lambda)$ для пленочной структуры GaN/InGaN, представленные на рисунке 2.

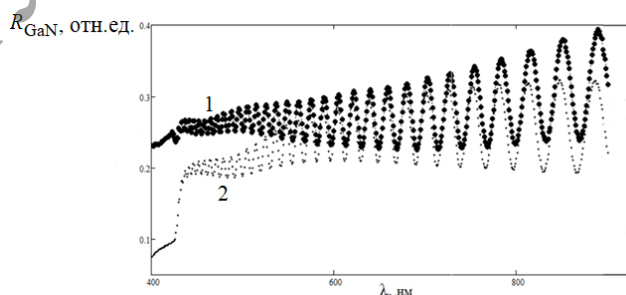


Рисунок 2. – Зависимости $R_{GaN}(\lambda)$ для структуры GaN/InGaN на сапфире, рассчитанные из экспериментальных данных при $R_{Al}(\lambda) = 1$ (1) и при коэффициенте отражения $R_{Al}(\lambda)$, представленном на рисунке 1 (2)

Таким образом, исследование спектральных зависимостей коэффициентов отражения пленочных структур в рамках технологии ГПО позволяет студентам освоить методику экспериментальных исследований на современном оборудовании, приобрести опыт обработки и анализа полученных данных, а также оформления научных публикаций и представления докладов на конференциях различного уровня.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки и высшего образования Российской Федерации в рамках Госзадания на 2020–2023 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптические и волноводные свойства эпитаксиальных структур GaN/InGaN, выращенных на сапфировой подложке / Кистенева М. Г. [и др.] // Изв. Вузов. Физика. – 2015. – Т. 58. – № 8–3. – С. 24–27.
2. Щербина, В. В. Исследование волноводных свойств эпитаксиальной структуры GaN/InGaN на подложке из сапфира / В. В. Щербина [и др.] // Всероссийская конференция по фотонике и информационной оптике : сб. науч. тр. – М. : НИЯУ МИФИ, 2012. – С. 80–81.
3. Malitson, I. H. Interspecimen comparison of the refractive index of fused silica // J. Opt. Soc. Am. –1965. – V. 55. – P. 1205–1209.
4. Измерения спектральной зависимости коэффициента отражения комплектного алюминиевого зеркала спектрофотометра Shimadzu UV-2700 / С. М. Шандаров [и др.] // Шарыгинские чтения : I Всерос. науч. конф. – Томск : ТУСУР, 2019. – С. 68–72.

А. Я. АЛИМОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Уровень развития каждого государства определяется уровнем знаний каждого члена общества. В развитых странах была выдвинута идея технологизации процесса обучения. В учебном процесс эту идею впервые реализовали в США посредством внедрения аудиовизуальных технических средств. Затем эта форма обучения была использована в Южной Корее. В других странах мира технологизация процесса обучения также популярна. В настоящее время выдвинуты идеи создания современной методологии обучения с использованием возможностей технологизации учебного процесса. В целях своевременного удовлетворения потребностей обучающихся модернизируется система образования, в которой особое внимание уделяется расширению индивидуальных возможностей обучения учащихся на основе компетентного подхода. В мире ведутся исследования по внедрению инновационных педагогических технологий, направленных на физическое, нравственное, интеллектуальное и креативное развитие обучающихся. Внедрение игровых, проблемных, модульных, совместных, личностно-ориентированных образовательных технологий служит повышению математической грамотности, а также совершенствованию системы начального образования. Приход международных программ оценивания (PISA, TIMSS), осуществляемых в мировом масштабе, ускорил инновационный процесс в области педагогики.

В нашей стране особое внимание уделяется усовершенствованию системы непрерывного образования, повышению его качества, подготовке высококвалифицированных кадров. Повышение математической грамотности учащихся в начальном образовании, воспитание их совершенной личностью предполагает постоянное обновление деятельности ученика и учителя. [3]

Технологизация образования неразрывно связана с педагогическим проектированием, теоретический основы которого только определяются в педагогической литературе. Проектирование – процесс творческие и не имеет строго алгоритмического решения, но все же можно представить некоторую схему для отработки первых шагов в технологии проектирования.

В. П. Беспалько выделил основные принципы проектирования дидактического процесса, которые можно использовать и для процесса проектирования педагогической технологии, это:

- 1) дидактические целеполагание;
- 2) минимизация содержания обучения;
- 3) создание средств для деятельности, адекватной содержанию и целям;
- 4) формирование у учащихся специфических, присущих данному содержанию методов и способов мышления и деятельности;
- 5) общность методики обучения. [1]

Обобщая собственный практический опыт и опыт других педагогов, мы отработали механизм реализации и внедрения инновационных педагогических технологий.

Нами разработан алгоритм действий при проектировании учебных занятий на основе модульной технологии обучения. [2]

Алгоритм действий при проектировании учебных занятий

	Этапы проектирования и задачи предстоящие выполнять проектировщику
I	Представив все знания учебной дисциплины как целостность, и с учетом объема знаний и логической законченности мысли, разбивка учебного материала на крупные и средние модули, а также определение цели крупных модулей.
II	Определения наименований средних модулей и их образовательных целей.

III	Определение в средних модулях малых модулей и выявление их цели, а также назначение время для осуществления этих целей.
IV	Выявление ключевых слов и на их основе составление вопросника
V	Установление форм и критериев оценки знаний воспитуемых
VI	Определение видов и типов занятий, а также педагогических методов и их места в учебном процессе.
VII	Отбор и определение места применения технических средств и дидактических материалов
VIII	Написание текста, отображающего ход ведения занятий.

Теоретико-методологической основой педагогической технологии являются принципы системного подхода и параметры целей, поставленных перед внедрением ее в учебно-воспитательный процесс.

Целью разработки педагогической технологии является достижение следующих задач:

– формировать у воспитуемых умения применять знания, приобретенные во время занятий, на практике;

– освободить учебно-воспитательный процесс от зависимости от мастерства преподавателя,

– сэкономить время, отпущенное на образование;

– иметь возможность на каждом уроке оценивать деятельность воспитанников;

– создать возобновляемый учебный процесс;

– приобрести инструмент, стимулирующий активность учащихся;

– подготовить молодое поколение жить в XXI веке, расширив их кругозор и капитал научных знаний.

Разработанная нами технология обучения нацелена на конечный практический результат, ускоряет сам процесс передачи знаний, заинтересовывает воспитанников в их приобретении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалько, В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1989.
2. Теоретические основы и практическая реализация региональной модели педагогической технологии : учеб.-метод. пособие / Б. Зиямухамедов [и др.]. – Ташкент, 2010.
3. Тажиев, М. Внедрение педагогической технологии в процесс обучения (Проект занятий предмета «Методика преподавания математики в начальном образовании») / М. Тажиев, А. Я. Алимов, Д. У. Кучкаров. – Ташкент : Тафаккур, 2010.

Х. К. АРТИКОВ, Ш. М. МАНСУРОВА

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

В настоящее время большое внимание уделяется компьютеризации в сфере образования, так как использование современных технологий в учебном процессе имеет положительный эффект. Программа компьютеризации (информатизации) обучения или использования информационных технологий может включать в себя:

– обеспечение ведущего уровня информатизации на всех уровнях системы образования;

– проектирование и создание информационных разработок во всех сферах образования (мониторинг);

– создание нормативных баз в области информатизации (научно-методические объединения и др.);

– техническую поддержку – создание новых компьютерных программ, инновационных технологий и других информационно-технологических материалов;

– телекоммуникационные сети;

– программные ресурсы (программное обеспечение, каталоги и т. д.).

Использование и применение информационных технологий в определенной области связано с рядом задач. Ниже мы остановимся на предмете «Физика».

К объектам в данной области относятся числа (результаты измерений и моделирования), тексты, статистические и динамические выражения визуальной информации, изображения, анимации, звуковые сопровождения (записанный звук, музыка) и многое другое.

Решение различных задач является неотъемлемой частью при изучении физики и способствует формированию физических понятий, развивает физическое мышление, повышает способность применения полученных знаний. Решение физических задач широко используется в следующих случаях:

а) предоставление новой информации;

б) формулирование проблем и постановка задач;

в) развитие практических навыков и умений;

г) проверка глубины знаний учащихся;

д) закрепление и обобщение изученного материала;

е) технические достижения и политехническое образование.

Развитию творческих способностей студентов способствует выполнение сложных, но интересных практических и лабораторных работ. Благодаря решению сложных задач студенты учатся терпению, у них

развивается творческое мышление, появляется интерес к обучению, поведение становится осмысленным и целенаправленным. Решение задач по физике положительно сказывается на мировоззрении студентов.

Решение различных проблем часто является частью уроков физики. Учитель использует данный метод, чтобы объяснить и закрепить новую тему. В процессе занятия студенты успевают повторить сказанное преподавателем, обсудить коллегиально новую тему, выявить её достоинства и недостатки. Практические и лабораторные работы подтверждают правильность или ошибочность теорий и законов, рассмотренных на лекционных занятиях. Вопросы также рассматриваются и во внеурочной деятельности со студентами, интересующимися физикой. Решение состоит в том, чтобы применить теоретические знания на практике. Это важно для развития физического мышления студентов, включая анализ событий, обобщение данных, выявление сходств и различий. Из опыта преподавания становится ясно, что многим студентам трудно понять некоторые термины предмета [1]. Одной из дидактических проблем, возникающих в этом случае, является невозможность мысленного представления модели физического процесса. Тогда преподаватель предлагает студенту рисунок, чтобы лучше разъяснить проблему, но при этом иногда оказывается трудно полностью описать физический процесс посредством только предлагаемого изображения.

Большинство вопросов физического факультета, особенно в отношении механики, связано с движением. Сюжет для решения этой проблемы может быть описан только в статической форме рассматриваемым физическим процессом, который отражает только некоторые физические состояния процесса. Обычно студент понимает природу физической проблемы при обычном ее решении. По мере того как студент решает задачу, физический смысл проблемы теряется в процессе написания формул, расчетов и переноса единиц измерения. Тем не менее, основной целью процесса обучения является осмысление физического процесса [2]. Решением приведенных выше педагогических и дидактических проблем является использование симулятора интерактивной физики, который является частью виртуального представления.

Экспериментальные педагогические исследования показали, что создание модели физических задач с анимацией и с использованием симулятора Interactive Physics повысило интерес студентов к физическим вопросам. Студенты начали моделировать их, рассматривая физическую проблему с помощью симулятора интерактивной физики. Они были осведомлены о физической природе задачи, создав компьютерную модель и визуализировав физический процесс проблемы. В результате у студентов появилась возможность решать сложные физические задачи. Мы считаем, что симулятор интерактивной физики может быть использован для различных целей в физике:

- при объяснении рассматриваемой проблемы;
- для проверки решенной проблемы;
- для создания алгоритма решения проблемы.

Например, решение задач с использованием компьютерной модели для концепции средней скорости.

Ключевые слова: скорость, средняя скорость, неравномерное движение.

Задача – сформулировать понятие средней скорости при неравномерном движении; развить навыки решения задач расчета средней скорости.

Студент с контроллером выбирает испытательный мяч, движущийся с постоянной скоростью, чтобы испытательный мяч достиг точки остановки одновременно с автомобилем (рисунок 1).

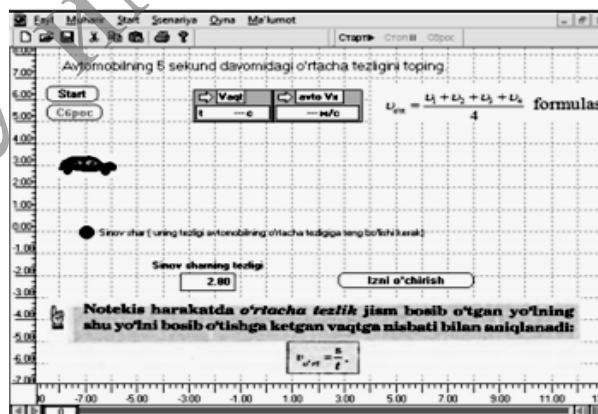


Рисунок 1. – Внешний вид компьютерной симуляции

Для этого студент должен рассчитать среднюю скорость автомобиля, используя компьютерную модель.

Примечание. Для лучшей визуализации рассматриваемого процесса можно будет наблюдать движение с помощью пульта дистанционного управления (рисунок 2).



Рисунок 2. – Вид пульта дистанционного управления

Как видно из модели, неравномерное движение автомобиля состоит из 4-х частей. При расчете средней скорости, можно использовать следующие способы:

способ 1:

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_{\text{ум}}}{t_{\text{ум}}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3 + v_4 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

способ 2 (при одинаковом t на всех участках движения):

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4}{4}$$

Студенты заносят результаты исследований в таблицу.

Преподаватель обучает работе над моделью, курирует работу студентов и, основываясь на полученных результатах, оценивает её.

В заключение можно сказать, что использование данных интерактивных моделей позволяет развить у студентов интерес к изучению физики, а также исключить расход ресурсов на проведение натуральных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азизходжаева, Н. Н. Педагогические технологии и педагогическое мастерство : учеб. пособие для студентов магистратуры всех областей образования / Н. Н. Азизходжаева. – Ташкент : Изд.-полиграфический творческий дом им. Чулпана, 2005. – 198 с.
2. Бегимкулов, У. Ш. Современная информация в педагогическом образовании. Научно-теоретические основы внедрения технологий / У. Ш. Бегимкулов. – Ташкент : Наука, 2007. – 160 с.

Х. К. АРТИКОВ, Д. М. ХОЛОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

НОВАЯ МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Ведущие специалисты в области высшего образования отмечают, что перед высшей школой сегодня встала необходимость перейти на новую модель обучения студентов, которая требовала бы от преподавателя активности не только в преподавании, но и в объективном контроле результатов обучения. В Навоинском педагогическом институте внедрена технология модульного обучения, повышающая эффективность процесса обучения и отвечающая всем требованиям процесса образования. Существенно оптимизировать процесс обучения студентов педагогических ВУЗов возможно благодаря активному внедрению инновационных педагогических технологий. Использование в образовании современных инновационных технологий, при которых осуществляется перестройка всего процесса обучения, даст возможность освоить большой объем учебного материала, предлагаемого программой по физике.

Главные особенности модульного обучения по сравнению с другими системами обучения определяются такими общеизвестными параметрами, как его цели и содержание, формы и методы, способы взаимосвязанной деятельности преподавателя и студента; выделены цели с учетом специфики нашего вуза и требований государственного стандарта. Ядерная физика – одна из важнейших базовых дисциплин при подготовке кадров специального профиля. На основании действующей учебной программы по предмету наиболее сложные для усвоения студентами темы такие, как циклопические экспериментальные установки, кварковые модели, теория объединения взаимодействий требуют демонстрации большого количества быстро устаревающих иллюстративных материалов, а недостаточное знакомство студентов с практикой делает проведение занятий особенно сложным. Модульное обучение в силу своих отличительных особенностей позволяет выявить его высокую технологичность, которая решает многие проблемы преподавания данной дисциплины. Структура модуля охватывают все основные этапы обучения, что делает его легко реализуемым, понятным и доступным в процессе обучения как для преподавателя, так и для студентов. Модуль имеет в своём составе учебные элементы, конфигурация которых зависит от дидактических целей. Учебный элемент модуля состоит из цели, списка материалов, пособий, проверки усвоенных знаний.

Использование в образовании современных инновационных технологий, при которых осуществляется перестройка всего процесса обучения, даст возможность освоить большой объем учебного материала, предлагаемого программой по атомной и ядерной физике. Модульная система обучения реализуется в формате ECTS – Европейской кредитно-трансферной системы, которая базируется на объеме учебной нагрузки, выполненных кредитов. Модульная система – это структурированная часть образовательной программы, в рамках которой изучается несколько дисциплин, учебных курсов и разделов наук. Структура образования может включать в себя несколько модулей, при этом объем их исполнения выражается в кредитах (за академический год может быть освоено не более 60 кредитов).

Кредит – это единица измерения выполненной учебной работы: аудиторной или самостоятельной; один кредит ECTS содержит 36 академических часов, за учебный год студент должен

освоить 60 кредитов (но не более 54 часов в неделю); виды работы по кредиту могут включать как практические, так и лабораторные работы, лекции, семинары, самостоятельную работу, консультации, экзамены и квалификационную работу. При традиционном подходе обучения происходит ориентация на деятельность преподавателя, который дает знания студентам, т. е. акцент делается на преподавание. Чаще всего роль студента является пассивной.

Контроль при таком подходе происходит лишь на этапе комплексного контроля – экзамене. При модульном подходе обеспечивается активное участие студента, который усваивает информацию в активной работе с учебным материалом. В то же время предоставление определенной самостоятельности студенту не снижает его ответственности за процесс и результат обучения. Преподаватель осуществляет обратную связь, которая позволяет увидеть уровень подготовленности студентов, соответствие избранных форм, средств содержанию обучения, проследить за качеством и темпом усвоения учебной программы и на этой основе вовремя скорректировать процесс обучения.

При модульном обучении происходят своевременный контроль и коррекция уровня усвоения. Причем контроль осуществляется по критериям результативности обучения. Завершение практических занятий решением тестовых заданий в контролирующем режиме сводится к тренингу студентов, закрепляет владение профессиональной терминологией, умения и навыки принятия решений (выбор – мельчайшие атомы и ядра). Использование инновационных технологий на основе применения модульной системы обучения будет способствовать ориентации студентов на процесс самообучения.

В век информационных технологий всё большую значимость приобретают атомические методы исследования студентов и электронные способы обучения. Таким образом, модульная технология обучения способствует более эффективному усвоению учебного материала по предмету «Атомная и ядерная физика», делает процесс обучения более наглядным и интересным. Преподаватель и студент становятся полноправными участниками учебного процесса, заинтересованными в достижении необходимого конечного результата.

Е. С. АСТРЕЙКО, Н. Н. БОНЧЕВСКАЯ, М. К. АЛЛАКУЛЬЕВ
УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ТИПОЛОГИЯ КОНФЛИКТОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

В настоящее время сложилось однозначное отношение к конфликтам как к негативным явлениям. Возникновение конфликтной ситуации оценивается как показатель некоего неблагополучия. Однако основатели конфликтологии как науки Р. Дарендорф и Л. Козер еще в период её становления обращали внимание, что наличие конфликтов в обществе естественно, а их отсутствие ненормально.

Конфликты изучаются не только в рамках общей теории конфликтов, но и с учетом особенностей сферы их протекания. Так, сферой протекания педагогических конфликтов является образовательная среда. «Педагогический конфликт, по словам С. В. Баныкиной, можно рассматривать как возникающую в результате профессионального и межличностного взаимодействия участников учебно-воспитательного процесса форму проявления обострившихся субъектно-субъектных противоречий, вызывающих у них чаще всего отрицательный эмоциональный фон общения, и предполагающую конструктивный перевод столкновения сторон конфликта в заинтересованное устранение его причин» [1, с. 11–12].

Таким образом, определяется сфера протекания педагогического конфликта (образовательный процесс), активность участников (взаимодействие, в основе которого лежат субъект-субъектные противоречия), эмоциональный фон (отрицательные эмоции).

Для педагогического процесса характерны процессуальные педагогические конфликты, в основе которых лежат противоречия, возникающие в образовательном процессе. Л.В. Симонова [6, с. 7–8] выделяет три группы педагогических конфликтов, субъектами которых являются участники педагогического процесса:

1. «Учебные конфликты», возникающие в процессе учебной деятельности как реакция на препятствия к достижению целей учебной деятельности (конфликты, возникающие из-за плохой подготовки ученика к уроку физики (математики), плохого ответа на уроке, некомпетентности учителя естественнонаучных дисциплин, несогласия с полученной отметкой и т. п.).

2. «Конфликты ожиданий», возникающие в процессе учебной и внеучебной деятельности как реакция на поведение, не соответствующее принятым нормам отношений между педагогами и учениками, не соответствующее уровню ожиданий их по отношению друг к другу (конфликты, возникающие из-за нетактичности учителя, нарушений правил педагогической этики, унижения достоинства учителя или ученика, неуместных шуток, намеков, невыполнения требований учителя, плохой дисциплины и т. п.).

3. «Конфликты личностной несовместимости», возникающие в процессе учебной и внеучебной деятельности из-за личностных особенностей учителя и учеников, особенностей характера и темперамента, возникающие из-за несдержанности, грубости, самоуверенности, эмоциональной неустойчивости, придирчивости, обидчивости и т. п.).

Обобщив типологии педагогических конфликтов, представленных в научной литературе, можно прийти к выводу, что наиболее адекватной для изучения конфликтов в системе взаимодействия субъектов учебно-воспитательного процесса является следующая типология:

- «учитель естественнонаучных дисциплин – обучающийся»,
- «учитель естественнонаучных дисциплин – администратор»,
- «учитель естественнонаучных дисциплин – родитель»,
- «учитель естественнонаучных дисциплин – педагог»,
- «обучающийся – обучающийся».

Рассмотренная типология позволяет упорядочить материалы банка конфликтных ситуаций, возникающих в педагогической среде, пригодных для обучения руководителей учреждений образования, учителей естественнонаучных дисциплин, реальным способам упреждения и разрешения педагогических конфликтов.

С целью предупреждения и преодоления конфликтов в реальной школе в содержание программы учебной дисциплины «Введение в педагогическую профессию» для специальностей как профиля образования А ПЕДАГОГИКА, так и профиля образования Г ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ, включена тема «Конфликты в педагогической деятельности. Их сущность и разрешение». Практическое занятие по теме можно провести в виде тренинга «Конфликт и пути его разрешения».

Основное содержание практического занятия:

1. Психологическая природа конфликтов. Виды конфликтов.
2. Виды поведения в конфликтной ситуации.
3. Особенности педагогических конфликтов.
4. Преодоление конфликтной ситуации в деятельности учителя.

Для определения степени собственной конфликтности на занятии обучающимся можно будет предложить тест «Самооценка конфликтности», методику «Оценка способов реагирования в конфликте» (К. Н. Томас).

В заключение отметим, что формирование готовности к продуктивному разрешению конфликтов связано, с одной стороны, со сложной внутренней работой учителя естественнонаучных дисциплин, с другой – с включением в этот процесс всех участников конфликта: обучающихся, их родителей, коллег или администрации учреждения образования. Управление конфликтом невозможно без взаимодействия со всеми его участниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баныкина, С. В. Педагогическая конфликтология: состояние, проблемы исследования и перспективы развития / С. В. Баныкина // Современная конфликтология в контексте культуры мира ; под ред. Е. И. Степанова. – М. : УРСС, 2001. – 457 с.
2. Симонова Л. В. Межличностные конфликты педагогов и старшеклассников и пути их разрешения : автореф. дис. ... канд. психол. н. / Симонова Л. В. – М., 1989. – 22 с.

А. А. АХМЕДОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ – ПЕРСПЕКТИВА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Несколько лет преподавателями кафедры «Методика преподавания физики и астрономии» ведется модернизация лабораторных работ по физике, направленная на повышение компетентности будущих учителей физики. Методика проведения лабораторных работ основана на инновационном подходе к обучению [1–3].

На наш взгляд, формирование компетентности и входящей в ее структуру системы компетенций означает переход к качественному содержанию и технологиям образования.

Компетентность означает такой уровень и тип профессиональной готовности, который обеспечивает эффективное решение профессиональных задач в различных по сложности проблемных условиях, связанных с дефицитом информации и времени, ресурсов, знаний о причинно-следственных связях, которые необходимы к импровизации в нестандартных ситуациях.

Большой интерес при подготовке будущих учителей физики в педагогических вузах представляет рассмотрение некоторых вопросов о структуре лабораторных работ. Для формирования компетентности учителя следует обратить внимание на содержание и проведение лабораторных работ, что придает профессиональную направленность обучения. В проведенных исследованиях выяснилось, что компетентность будущего учителя физики зависит от комплексного характера, который необходимо учитывать. На наш взгляд, основное место в этом процессе занимает овладение достаточным уровнем знаний по специальности, в частности, знаний динамических и статистических закономерностей, которые составляют основу классической и современной физики (рисунок 1).

Компетенцию учителя физики целесообразно разделить на компоненты (рисунок 1), общую и профессиональную, а их, в свою очередь на составляющие, по изучаемым дисциплинам.

Хотя этот вопрос с научной точки зрения решен, но статистический метод до сих пор не применяется в обучении физике на требуемом уровне в системе общего и среднего специального

образования, что отрицательно влияет на подготовленность учителя физики. Хотя эта закономерность в настоящее время используется во всех областях науки.

Требования, предъявляемые к методической подготовке учителя физики, определяют уровень его специальной и профессиональной подготовленности. Экспериментальная компетентность будущего учителя физики непосредственно связана с модернизацией лабораторных работ. Будущий учитель физики должен быть хорошим экспериментатором, новатором физических приборов, уметь хорошо использовать ИКТ, знать иностранный язык.

Над решением данной научно-методической проблемы работают многие ученые-методисты, а также преподаватели педагогических вузов, где готовятся будущие учителя физики. Можно указать две причины возрастания требований к содержанию методической подготовки учителя физики:

- возрастание научного уровня курсов физики общеобразовательных школ, академических лицеев, что связано с развитием физической науки и техники;
- организация и проведение самостоятельной работы учащихся, что приведет к возрастанию их деятельности по овладению знаниями. Это усложняет деятельность учителей, а также повышает требования к их методическим знаниям и умениям.

Постепенное возрастание задач учителя физики требует пересмотра системы требований, предъявляемых к их профессиональной подготовке, которые составляют содержание их профессиональной деятельности. Учитель физики не только обучает учащихся основам физики, но и развивает у учащихся творческое мышление, способности, научное мировоззрение, которые помогают формированию необходимых компетенций и становлению их полноценными членами общества.

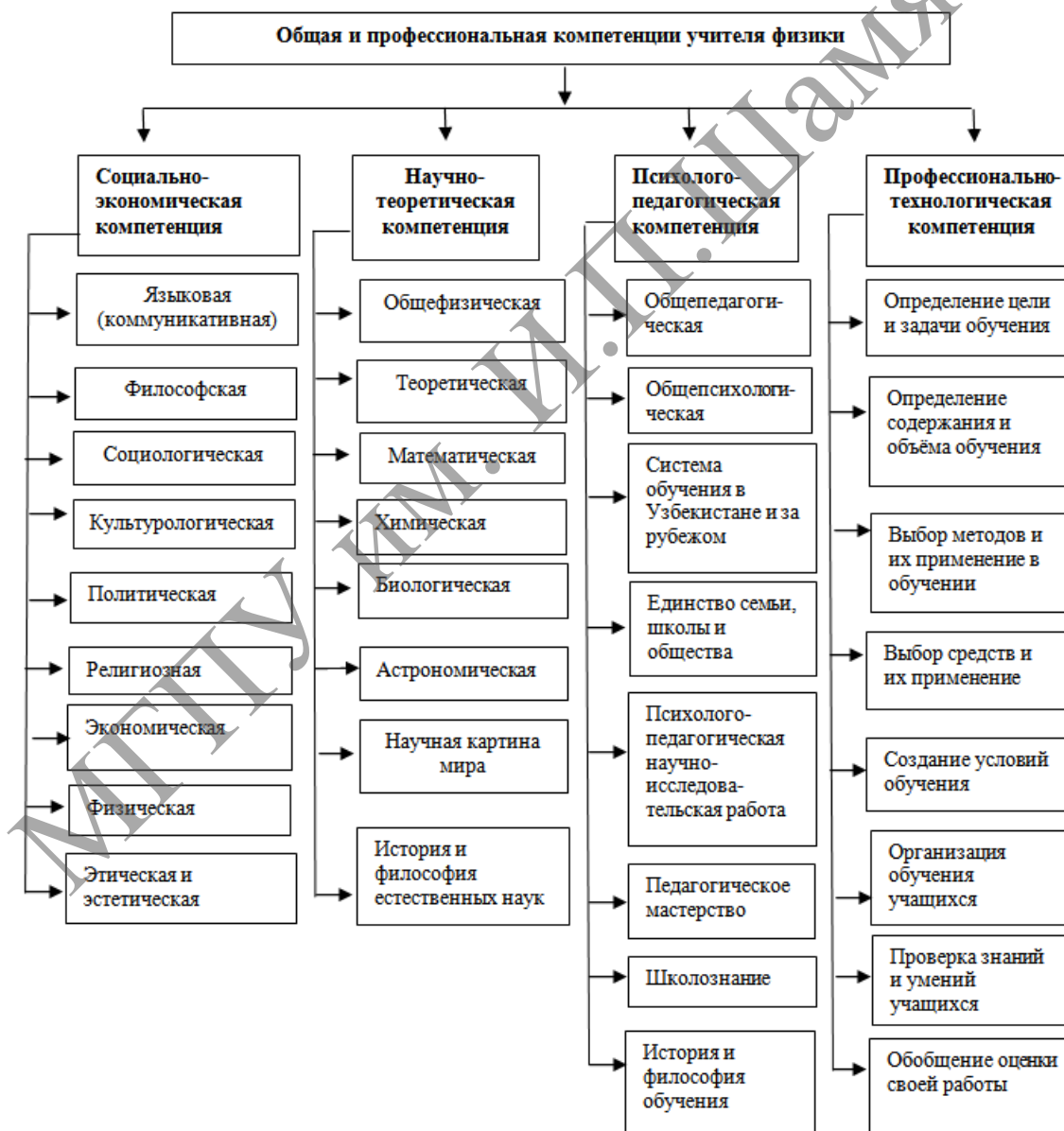


Рисунок 1. – Общая и профессиональная компетенции учителя физики

ЛИТЕРАТУРА

1. Джораев, М. Модернизация компетентности будущих учителей физики / М. Джораев, А. Ахмедов // Физика в шк. – 2015. – № 7. – С. 20–23.
2. Ахмедов, А. Модернизация лабораторных работ по физике в высших педагогических вузах / А. Ахмедов, М. Джораев, Р. Камолов. – Saarbrücken : Lambert Akademik Publishing, 2015. – 49 с.
3. Ахмедов, А. Развитие компетентности учителя физики и пути ее усовершенствования / А. Ахмедов, М. Джораев, Ш. Очилов // Pedagogy&Psychology Theory and Practice International scientific journal. – 2016. – № 6 (8). – С. 14–16.

А. А. АХМЕДОВ, Х. К. АРТИКОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

На основе анализа будущей педагогической деятельности студентов, ее структуры и состава профессиональных умений определены цель обучения и характер поставленных задач. Технология должна решать две основные задачи: обеспечение усвоения предметных знаний и способов деятельности и перенос используемых идей и технологий в профессиональную область и как следствие – формирование общепедагогических умений и навыков студентов.

На основе поставленных задач в качестве концептуального принципа принято положение о том, что технология, используемая в профессиональной педагогической подготовке, должна опираться на совокупность прогрессивных педагогических технологий, адекватных целям и условиям разрабатываемой технологии, и гипотезе ее осуществления.

Одна из важнейших задач разработки методической системы профессиональной подготовки студентов – определение содержания обучения в рамках данной образовательной области.

Основной методики формирования информационной компетентности будущего учителя физики должен стать курс «Современные информационные технологии в преподавании физики», содержательный компонент которой составлен на базе стандарта профессиональной подготовки учителя физики в области информационных технологий.

Определены основные инвариантные виды деятельности и конкретные профессиональные знания студентов, среди которых:

- теоретические основы использования ИКТ в обучении (философские, психолого-педагогические, социально-экономические);
- дидактические основы использования ИКТ в обучении (отечественные и зарубежные информационные и коммуникационные технологии обучения, компьютерная дидактика);
- учебно-методическая работа (методика использования средств ИКТ в преподавании физики, разработка ППС, содержательные модули, их разработка, дидактические ситуации и их моделирование, организационно-методическое использование ИКТ);
- основные инструментальные и прикладные средства, которые могут быть использованы в педагогической деятельности преподавателя; практический опыт применения ИКТ в педагогической деятельности.

Предметные знания и формируемые способы деятельности можно сформулировать следующим образом:

- инструментальные и прикладные программные средства;
- комплексное использование средств обучения в условиях информатизации;
- современные технологии поиска, хранения и обработки информации, технологии мультимедиа, гипермедиа, виртуальная реальность;
- педагогические приложения современных программных средств.

При формировании содержания образовательной программы учитывались следующие принципы:

- 1) принцип соответствия содержания образования требованиям развития общества, науки, культуры и личности, предполагающей интеграцию традиционно необходимых знаний, умений и навыков и отражающих современный уровень развития общества, научного знания и возможности личностного роста;
- 2) принцип единой содержательной и процессуальной стороны обучения, который предполагает учет особенностей конкретного учебного процесса. При отборе содержания образования учитывались принципы и технологии передачи материала, уровни его усвоения и связанные с этим действия;
- 3) принцип структурного единства содержания образования на разных уровнях его формирования предполагает согласованность таких составляющих, как теоретическое представление, учебный предмет, учебный материал, педагогическая деятельность, личность обучаемого;
- 4) принцип гуманизации содержания общего образования, связанный с созданием условий для активного творческого и практического освоения студентами общечеловеческой культуры;

5) принцип фундаментализации содержания образования требует осознания сущности познавательной и практической преобразующей деятельности. Обучение в этой связи предстает не только как способ получения знания и формирования умений и навыков, но и как средство вооружения методами добывания новых знаний, самостоятельного приобретения умений и навыков;

б) принцип соответствия основных компонентов содержания образования структуре базовой культуры личности. Эти компоненты представлены как когнитивный опыт личности, опыт практической, коммуникативной, творческой деятельности [3].

В основу построения программы курса положен блочно-модульный подход. Курс состоит из двух содержательных блоков базового формирования информационной компетентности учителей физики:

1. Средства ИКТ в учебно-воспитательном процессе;

2. Специализированное программное обеспечение предметной области «математика»; графические средства.

Блоки состоят из модулей. Модули содержат в себе теоретический и технологический компоненты, освоение которых направлено на формирование знаний и конкретных практических умений.

Профессиональная подготовка, особенно педагогическая, не может быть осуществлена только в результате усвоения знаний и получения практических навыков в предметной области. Поэтому в структуру подготовки будущих учителей физики включены педагогическая практика, выполнение курсовой и выпускной квалификационной работ как видов деятельности, объективно отражающих уровень информационной компетентности и требующих непосредственной реализации профессиональных умений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зарецкий, А. В. Энциклопедия профессора Фортрана : для детей мл. шк. возраста / А. В. Зарецкий, А. В. Труханов, М. О. Зарецкая. – М. : Просвещение, 1991.

2. Алгоритмика / А. К. Звонкин [и др.]. – М. : ПЭМ, 1993.

3. Иванов, В. Л. Электронный учебник: системы контроля знаний / В. Л. Иванов // Информатика и образование. – 2002. – № 1

А. А. АХМЕДОВ, Х. К. АРТИКОВ, Д. М. ХОЛОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЗНАНИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Узбекистан вошел в третье тысячелетие в условиях коренного реформирования всех сфер социально-экономического и духовно-культурного развития общества, в том числе системы образования. Как известно, образование является неразрывной составной частью любого общества, показателем его культуры и прогресса. В качестве связующего звена оно обеспечивает единство и преемственность общественного опыта, духовно-нравственных и культурных традиций, развитие общества.

В XXI веке, который является веком информационных технологий, необходимо уделять особое внимание интеграции знаний естественных и физико-математических наук в гуманитарные науки. Следовательно, это та же самая система знаний, которая необходима сегодня для решения демографических, энергетических и глобальных экологических проблем, которые угрожают жизни нашей планеты. Современное образование включает в себя интегрированную систему знаний о природе и человеческих отношениях, а также об отношениях между разными народами и нациями, воздействии человеческой деятельности на природу и его последствиях, наряду с существующими законами природы и общества [1]. Приобретение этих знаний и их применение на практике помогает воспитывать студентов полностью развитыми, духовно зрелыми, гуманными личностями. Закон Республики Узбекистан «Об образовании», «Национальная программа подготовки кадров», «Национальная программа развития школьного образования» и решения Кабинета Министров подчеркивают важность интеграции содержания образования, создания механизма его реализации. Исходя из этих требований, также важно обучать будущих специалистов на основе интегрированных знаний в науке. В связи с быстрым развитием науки и техники объем научной информации почти удваивается каждые 10 лет. Соответственно, уровень естественных и научных знаний в сфере образования увеличивается с каждым годом. В последние годы единственный способ увеличить объем знаний, которые должны приобрести учащиеся, – это увеличить количество специализированных учебных предметов и количество практических занятий. В настоящее время количество предметов в вузах составляет 14–15 в семестр. Это создает нагрузку для студентов. Недалековидное расширение учебной нагрузки утомляет студентов, что приводит к снижению качества образования и усвоения знаний. Одним из способов решения этой проблемы является организация содержания образования на основе интегрированных знаний. Поэтому интеграция знаний в естественных науках, включая физику и астрономию, является одной из наиболее актуальных проблем современного образования.

Интегративные знания подчеркивают, что:

1. Интегрированные знания в преподавании физики должны соответствовать теме, ее характер, характеристики должны быть четко и широко определены.
2. Выбранные интегративные знания позволяют студентам всесторонне исследовать изучаемый объект, тем самым помогая студентам лучше понять научное мировоззрение, целостность вселенной, основы науки.
3. Выбранные интегративные материалы должны быть уникальными для каждой темы.
4. Выбранные интегративные материалы, знания по физике должны иметь многообещающее содержание, отвечающее требованиям информации.



– объективность – когда конкретный курс, раздел или предмет отражает изображения объекта на разных предметах (Земля, воздух, вода, еда, человек или растение, существо, магнитное или электрическое поле, излучение и т. д.);

– когда некоторые из концептуальных, общих научных концепций включены в тему или учебный курс (энергия, температура, материя, информация, баланс и т. д.);

– теоретические или концептуальные: квантовая теория в физике, химии, биологии; при рассмотрении эволюционных теорий в биологии, химии, астрономии, технологии и социологии;

– методология включает такие вопросы, как методология философии или некоторые элементы научного знания (по феномену или объекту: сущность, системный подход, решение проблем и решение естественных наук и т. д.);

– принципы формирования интегративных знаний были рассмотрены и сформированы при рассмотрении сложных проблем (экологических, энергетических, демографических и др.)

Ниже приводится система учебных материалов, которые дополняют и взаимодействуют с физикой и астрономией для преподавания физики на основе интеграции знаний по другим предметам:

Интегрированные знания из физики и астрономии

№	Предмет физики	Астрономические знания
1	Что изучает физика? Данные из истории физического развития	Элементарные знания астрофизического содержания. Распространен в физических и астрономических методах при изучении объектов Вселенной (Солнца, звезд, планет)
2	Роль физики в развитии общества. Физическое развитие в Узбекистане. Физические размеры	Роль космонавтики в изучении движения и физической природы космических объектов, освоении космоса и народного хозяйства
3	Феномен диффузии в разных средах	Диффузия во Вселенной. Тела Солнечной системы, диффузионные явления в их атмосфере
4	Механическое поведение объектов. Траектория	Движение Луны, Земли, Солнца и других планет. Относительность таких движений – это траектории Луны и орбит Земли, спутников и других астрономических тел
5	Взаимодействие движений и тел	Взаимодействия небесных тел, включая Луну и Землю, Землю и Солнце. Движение искусственных спутников
6	Скорость	Скорости космических объектов (Скорости Луны, Земли, Солнца и других небесных тел)
7	Масса тела	Массы небесных тел (Массы Луны, Земли, Солнца и других небесных тел)
8	Распространение света по прямой	Феномен солнечных и лунных затмений, наблюдения востоковедов (М. Хоразмий, Ахмад Фаргони и Беруни)
9	Ускорение свободного падения	Ускорение свободного падения в телах Солнечной системы
10	Атмосферное давление	Атмосферное давление на планетах Солнечной системы
11	Гравитационная сила вселенной	Гравитационная сила между Луной и Землей, Землей и Солнцем и роль универсальной гравитационной силы в формировании космических структур
12	Сила тяжести	Сила гравитации на планетах нашей солнечной системы
13	Электрификация частиц. Электрические заряды	Явления электрификации в атмосфере Земли и планет
14	Конденсаторы	Естественный конденсатор (в слоях земной атмосферы, между облаками и земной поверхностью)
15	Электрическое поле	Электричество на Земле и других небесных телах
16	Магнитное поле Земли	Магнитное поле солнца, звезд, планет
17	Масса и размер молекул	Молекулы в туманностях и межзвездной среде (более 30 типов молекул, состоящих из 9 атомов, включая цианистый водород и т. д.)

18	Идеальный газ	Состояние небесного газа. Газ в зонах (газопылевой, диффузный)
19	Уравнения газа	Определение внутренней структуры, температуры, плотности и давления Земли, Солнца и звезд на основе уравнения газа
20	Фотоэффект и его применение	Фотоусилители как регистраторы астрономического излучения
21	Оптические инструменты	Оптические приборы, используемые при исследовании астрономических наблюдений и наблюдательных материалов
22	Шкала электромагнитных волн	Формирование широкополосной астрономии
23	Инфракрасные, рентгеновские лучи	Галактики, источник инфракрасного рентгеновского излучения
24	Дифракционная решётка	Дифракционный спектр, их использование в спектральных формах
25	Лазер	Лазеры в исследовании небесных расстояний, космические мазеры
26	Радиоактивность	Излучение от солнечного излучения и многих других объектов во вселенной

Также описаны методы и подходы к организации комплексных и лабораторных занятий по преподаванию физики на основе интегральных материалов.

Применение интегративных материалов из астрономии, разработанных и взятых из физики, оказывает положительное влияние на изучение материалов и помогает студентам получить целостное понимание природных явлений и законов, формирование знаний, навыков и умений для их интеграции, а также для обеспечения качества и эффективности занятия [2]. Также было бы целесообразно дать преподавателям советы о том, как организовать интегрированные уроки астрономии с использованием современных информационных технологий, в том числе компьютерных, для обучения студентов передовому управлению компьютерами и информационными технологиями.

Интегративное обучение имеет следующие преимущества:

1. Возможность обучения с использованием интегрированных знаний по физике и астрономии.
2. Преподавание физики с использованием интегрированных знаний должно быть интересным и понятным для студентов.
3. Интегрированные знания физики и астрономии эффективно влияют на развитие целостного научного мировоззрения у студентов.
4. Повышение интереса студентов к космической физике и астрономическим знаниям по физике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегимкулов, У. Ш. Современная информация в педагогическом образовании. Научно-теоретические основы внедрения технологий / У. Ш. Бегимкулов – Ташкент : Наука, 2007. – 160 с.
2. Информатизация педагогического образования: теория и практика / У. С. Бегимкулов [и др.]. – Ташкент, 2011.
3. <http://fizik.uz>.

А. А. АХМЕДОВ, Э. А. КУДРАТОВ, С. Н. ХАМРОЕВА
НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА СОГЛАСОВАННОСТИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ

Применение в процессе обучения педагогом различных активных методов инновационного характера способствует дальнейшему развитию способностей студентов. В этом можно убедиться, проводя проблемные исследования и небольшие исследования.

Как известно, в процессе преподавания физики существуют конкретные принципы и возможности проведения небольших исследований.

При проведении лабораторных занятий по физике такие процессы, как подсчет и вывод погрешностей, измерение значений физических явлений или физических величин, которые проверяются в сочетании с внедрением у учащихся навыков обучения записи показаний приборов, знания устройств работы с физическими приборами и оборудованием, являются традиционной педагогической деятельностью [1].

В лабораторных работах по теме определения самой простой единицы пружины динамометра или определение ускорения силы тяжести Земли с помощью математического маятника мы можем определить жесткость пружины и, соответственно, значение ускорения свободного падения [2].

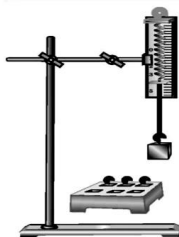


Рисунок 1

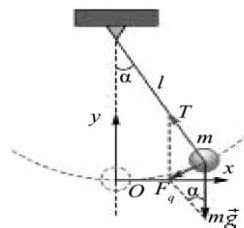


Рисунок 2

Таблица 1

№	Число колебаний N , (раз)	Время колебания t , (с)	Ускорение свободного падения g , (m/s^2)
1	10	2,151	9,899
2	20	4,02	9,845
3	30	5,92	9,813

Таблица 2

№	Масса m , g	Число колебаний N , (раз)	Время колебания t , (с)	Период колебания T , (с)	Жесткость пружины k , (N/m)
1	100	30	12	0,4	25
2	100	20	8	0,4	25
3	100	10	4	0,4	25

Используя полученные нами результаты, можно также определить работу, выполненную при построении простейшей пружины динамометра, чтобы определить единицу или ускорение свободного падения, когда частота вращения пружинного маятника в лабораторной работе будет стоять на частоте колебаний энергии. Для этого самое главное предъявляемое требование, – это умение применять физические величины в математическом аппарате, в том числе применяя формулы из таблицы 3.

Таблица 3

№	Определяемые физические величины:	Формулы
1.	Частота циклов пружинного маятника:	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
2.	Частотная частота вибрации:	$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$
3.	Работа, выполняемая при растяжении пружины	$A = \frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}$
4.	Потенциальная энергия пружины	$W_p = \frac{kx^2}{2}$ или $W_p = \frac{F^2}{2k}$
5.	Частота математического маятника	$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$
6.	Циклическая частота	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$
7.	Максимальная скорость	$\vartheta = x\omega = x \sqrt{\frac{g}{l}}$
8.	Максимальное ускорение	$a = x\omega^2 = x \frac{g}{l}$
9.	Влияющая максимальная сила	$F = ma = mx \frac{g}{l}$
10.	Кинетическая энергия	$W_k = m \frac{\vartheta^2}{2}$ или $mx^2 \frac{g}{2l}$

В результате получим следующее.

Таблица 4

Циклическая частота ω , рад/с	Частная частота v , м/с	Выполненная работа A , Ж	Потенциальная энергия w_p , Ж
15,81	99,29	0,781	0,781

Таблица 5

v 1/s	ω рад/с	ϑ m/s	a m/s ²	F mN	W_k mJ	X, м	L, м
19,65	3,13	0,313	0,981	0,981	0,05	0,1	1

При определении значений указанных выше физических величин в лабораторной работе студент также обращается к тригонометрическим функциям через геометрические фигуры при выражении физического процесса. Определяет значения дополнительных физических величин по предмету с помощью

физических формул с использованием результатов текущей физической лабораторной работы. Проведение лабораторных работ таким методом приводит к усовершенствованию экспериментальной компетентности учителя физики. Такой подход, приводит к самостоятельной работе студента и даёт импульс к дальнейшим небольшим исследованиям.

Проведение лабораторных работ таким методом:

- способствует глубокому осознанному усвоению упомянутого учебного материала;
- развивает знания и умение учащихся применять теорию на практике, к связи науки с техникой;
- является хорошим методом для повторения пройденного материала;
- помогает контролировать знания и навыки;
- развивает творческие способности учащихся, призывает к проведению небольших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика преподавания физики / Б. Мирзахмедов [и др.]. – Ташкент : Фан, 2007.

2. Избосаров, Б. Ф. Лабораторные работы по общей физике / Б. Ф. Избосаров, И. Р. Камолов. – Ташкент : Ворис, 2007.

Д. Н. АШУРОВА, Т. У. УТАПОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

НЕОБХОДИМОСТЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ФОРМИРОВАНИИ ЦЕЛОСТНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

В современных условиях на рынке труда существенно выделяется востребованность ИТ-специалистов. Эта тенденция своеобразно эволюционировала параллельно с объективной трансформацией парадигм программирования. Если в начальный период появления и экспоненциального роста распространения персональных компьютеров наблюдалась функциональная востребованность в специалистах, владеющих навыками работы в операционных системах, офисных приложениях и Интернет-навигацией, то постепенно установился спрос на ИТ-специалистов, владеющих фундаментальными знаниями в области компьютерных наук.

Поскольку рынок программной продукции дифференцировался, а именно ИТ-специалисты стали однозначно делиться на системных и прикладных программистов, можно сказать, что образовательные тенденции стали меняться с учётом реального состояния рынка. В течение 90-х годов конкуренция на рынке системного программного обеспечения была едва видимой из-за однозначного доминирования со стороны корпорации Microsoft.

С нашей точки зрения назрела необходимость введения в Республике Узбекистан вступительного экзамена по информатике при отборе студентов хотя бы первоначально на соответствующие специальности вузов, точнее включение этого предмета в список дисциплин, по которым составляются тестовые задания для отбора абитуриентов в вузы. Это приведёт к повышению реальной заинтересованности в овладении соответствующими знаниями в период довузовского обучения и, как следствие, к повышению качества образовательных услуг по информатике как науке вообще и информационным технологиям, в частности. Такое нововведение уже осуществлено в ряде стран СНГ.

Что касается повышения качества подготовки ИТ-специалистов с высшим образованием, то, прежде всего, необходимо рассмотреть содержание стандартов, учебных планов, принять меры к обеспечению соответствующего образовательного уровня. Если в вопросе модернизации стандартов и переработке учебных планов можно опираться на опыт зарубежных университетов, то в вопросе обеспечения соответствующего образовательного уровня краеугольной является проблема формирования преподавательского корпуса. В данном направлении, в силу упомянутой высокой востребованности в ИТ-специалистах, существует объективная проблема привлечения последних в образовательную сферу.

Важным компонентом оснащённости учебного процесса является наличие учебной литературы. В первую очередь речь должна идти о наличии учебников по soft дисциплинам, сравнимых по современности материала и уровню дидактики с лучшими зарубежными образцами. К сожалению, в республике имеется довольно острая проблема, связанная со свободным владением иностранными языками как среди преподавателей, так и среди студентов.

В данном случае к иностранным языкам в контексте доступности учебной литературы в равной мере можно отнести и английский, и русский языки. Если старшее поколение ещё как-то владеет русским языком, то студенческая молодёжь в значительно меньшей степени может свободно читать учебную литературу на русском языке. В этой связи необходима комплексная программа, в которой должным образом стимулировалась бы и переводческая деятельность, и работа над созданием учебников изначально на узбекском языке, и несомненное обеспечение библиотек хорошими учебниками, изданными за рубежом.

Решение вопроса в контексте формирования только электронных библиотек, на наш взгляд, не является рациональным не только с медицинской точки зрения. Дело в том, что даже при наличии у каждого студента компьютера или ноутбука, чтение учебной литературы за компьютером утомительнее и менее рационально, – студент менее свободен при выборе места и времени занятий, но и по причине того, что в процессе серьезных занятий по конкретному предмету необходимо одновременное обращение к нескольким источникам [1].

Наконец необходимо отметить одну важную особенность самого учебного процесса в смысле правильного составления стандартов как следствие учебных планов и особенной значимости качественно организованного практикума на ЭВМ. Например, при подготовке медицинских работников постулируется, что *“медик, прежде всего, должен уметь лечить больных”*. В отношении IT-специалистов хотя и признаётся, что *“IT-специалист, прежде всего, сам должен уметь создавать хороший soft”*, однако нередко полагается, что программистский навык – дело наживное, а студента необходимо снабдить хорошей теоретической базой, иногда подразумевая под этим *“весь ценный опыт, накопленный человечеством”*.

Как следствие такого обструкционизма, за которым нередко стоит желание читать то, что ты уже знаешь, наработано или удобно твоим коллегам, является перегруженность стандартов, которые, как правило, не выполняются в полном объёме, и учебных планов предметами, вытесняющими или неоправданно сокращающими объёмы актуальных soft дисциплин, в том числе и практикума на ЭВМ.

Так в учебном плане 5480100 – *Прикладная математика и информатика* практикум на ЭВМ проводится на протяжении 4 семестров, в то время как в учебном плане под тем же шифром и наименованием, но принятым в Ташкентском филиале МГУ имени Ломоносова, практикум на ЭВМ проводится в течении 7 семестров. В тех же случаях, когда в разных вузах ведётся подготовка специалистов под одним и тем же шифром и учитываются *“местные условия и особенности”*, все отклонения от принятых стандартов и типовых учебных планов должны быть обоснованы и, прежде всего, не должны превышать допустимых норм.

1. Юлдашев, З. Х. Проблемы системы образования, связанные с ее информатизацией и методика опорных задач / З. Х. Юлдашев, Д. Н. Ашурова // Математика, ее приложения математического образования (МПМО'14) : материалы V Междунар. конф., Улан-Удэ, Байкал, 23–28 июня 2014 г. – Улан-Удэ, Байкал, 2014. – С. 37–41.

2. Ашурова, Д. Н. Некоторые проблемы создания и использования электронных учебников по курсу Алгебра / Д. Н. Ашурова // Вестн. Нац. ун-та Узбекистана. – 2006. – № 2. – 109–112 (на узбек. яз.).

3. Ашурова, Д. Н. Медиаобразование и проблемы повышения активности обучаемых / Д. Н. Ашурова, Р. Р. Бокиев, З. Х. Юлдашев // Пед. мастерство. – 2009. – № 2. – С. 26–31 (на узбек. яз.).

4. Стародубцев, В. А. Компьютерные и мультимедийные технологии в естественнонаучном образовании / В. А. Стародубцев. – Томск : ДЕЛЬТАПЛАН, 2002. – 223 с.

5. Юлдашев, З. Х. Применение инновационных и информационных технологий в системе образования как требование времени / З. Х. Юлдашев, Д. Н. Ашурова // Нар. образование. – 2006. – № 1. – С. 15–19 (на узбек. яз.).

А. М. БАЙГАНОВА, Ш. К. КУРМАНСЕЙТОВА
АРГУ им. К. Жубанова (г. Актобе, Казахстан)

ИНФОРМАЦИОННО – ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ

В условиях обновления содержания образования возросла потребность в преподавателе, способном модернизировать содержание своей деятельности посредством критического, творческого ее освоения и применения достижений науки и передового педагогического опыта. В связи с этим изменяются и функции методического сопровождения, обеспечивающего деятельность преподавателя. Актуальность проблемы обновления образования объясняется стремительным распространением различных инноваций, в том числе новых педагогических технологий, с одной стороны, и недостаточным владением ими педагогами, с другой. Использование же в педагогической деятельности различных образовательных технологий позволяет преподавателям повысить мотивацию обучающихся, профессионально-практическую направленность занятий, а, следовательно, добиваться более гарантированных запланированных результатов в своей профессиональной педагогической деятельности.

Обновление образования сегодня требует от педагогов знания тенденций инновационных изменений в системе современного образования, отличий традиционной, развивающей и личностно-ориентированной систем обучения; понимания сущности педагогической технологии; знания интерактивных форм и методов обучения; владения технологиями целеполагания, проектирования, диагностирования; умения анализировать и оценивать свой индивидуальный стиль, а также особенности и эффективность применяемых педагогических технологий и собственной педагогической деятельности в целом.

Внедрение в учебный процесс различных информационных сервисов позволяет создать основу для перехода на систему электронного документооборота в учреждениях образования и тем самым снизить затраты на построение и сопровождение соответствующих инфраструктур и баз данных.

Для создания образовательной среды проекта и описания проектной идеи нами был использован шаблон, созданный в среде VCT-шаблон. Чтобы познакомиться с основными разделами образовательной среды, необходимо пройти процедуру регистрации.

Структура образовательной среды проекта, который предназначен для курсантов, преподавателей педагогических вузов и студентов – будущих учителей представлена на рисунке 1.

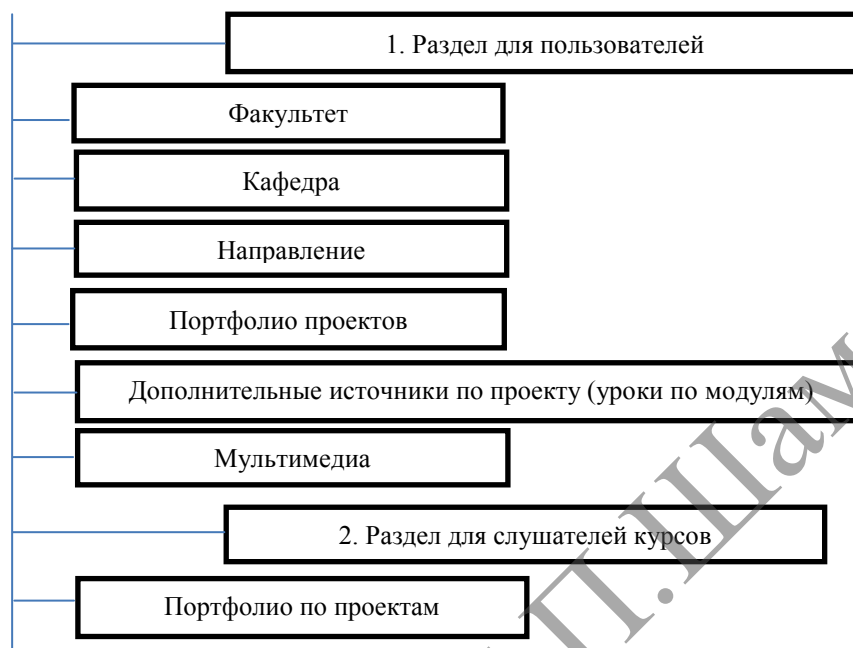


Рисунок 1. – Структура образовательной среды проекта (объекты)

Шаблон состоит из двух разделов, в каждом из которых есть необходимая информация, ссылки на материалы. Преподавателю, студенту необходимо заполнить информацию для проведения проекта в виртуальной образовательной среде, а после просмотра выполненного проекта, урока в первом разделе дополнить лучшими проектами, практическими разработками урока с использованием новых подходов в обучении во втором разделе.

Первый раздел представляет собой хранилище файлов-шаблонов различных методических разработок с использованием новых подходов в обучении.

Это готовый алгоритм работы, он освобождает преподавателя от необходимости выполнять рутинную работу по оформлению и структурированию проекта, высвобождая время для творческого решения проблемы.

Разработка данной образовательной среды является, несомненно, актуальной задачей, т. к. помогает создать комфортную и привычную образовательную среду для студентов и преподавателей, привлекая их внимание и вызывая неподдельный интерес к учебному процессу.

Следовательно, применение информационно-образовательной среды приводит к развитию профессиональных навыков, повышению эффективности в образовательной и организационной деятельности преподавателя, студента – будущего учителя, создает благоприятные условия для развития познавательных способностей и активизации самостоятельной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тен, А. С. Планирование и управление проектами с использованием информационно-коммуникационных технологий / А. С. Тен, Т. К. Даутова. – Алматы, 2008.
2. Организация и управление процессом внедрения ИКТ в образовательное пространство школы [Электронный ресурс] / Анянов, Е. Я. [и др.] // Открытый урок. Первое сент. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/549697/>. – Дата доступа: 15.03.2020.
3. Бычков, А. В. Метод проектов в современном образовании / А. В. Бычков. – М. : Моск. ун-та, 2000.
4. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие / Г. К. Селевко. – М. : Нар. образование, 1998.
- Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / И. Г. Захарова. – М. : Академия, 2005.

А. М. БАЙГАНОВА, Ш. К. КУРМАНСЕЙТОВА
АРГУ им. К. Жубанова (г. Актобе, Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В ИННОВАЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-ИНФОРМАТИКОВ

Метод проектов занимает в инновационном обучении особое место, поскольку студенты в ходе его выполнения совершенствуют свои навыки и приобретают умения, необходимые современным специалистам. Метод проектов как самостоятельное направление педагогики начал свое развитие со второй половины XIX века. Основоположник метода проектов – американский философ-прагматик Джон Дьюи (1859–1952). Его концепции получили название «прагматической педагогики», так как в них всячески подчеркивалось и акцентировалось внимание на том, что полезно обучающимся и что дает практический результат, направлено на благо всего общества. Автором были разработаны примеры проектов для студентов специальности «Информатика» – одной из самых востребованных специальностей будущего. Студенты, вовлеченные в проекты, показали результаты успешного усвоения предмета. Студенты были разделены на группы, каждая из которых занималась разработкой своего проекта. На выбор были предложены два варианта проектов: исследовательский и поисковый [2, с. 58]. Первый вариант – поисковый проект «Новые подходы в обучении». Перед обучаемыми были поставлены следующие задачи: изучить новые подходы в обучении (7 модулей) и адаптировать его к своей специальности; разработать уроки с использованием новых подходов в обучении; выявить возможные трудности и плюсы при использовании новых подходов в обучении, описать причины их возникновения и пути решения. Второй вариант – исследовательский проект «Использование групповой работы при проведении занятий». Проект разработан для решения определенных задач: развитие мышления обучающихся, коллективное решение задач, формирование коммуникативных, организаторских навыков и формирование рефлексивных способностей; описание роли каждого студента при использовании групповой работы; подготовка планов занятий с использованием групповой работы.

После использования метода проектов, нами было замечено, что работа студентов на занятиях стала очень активной, такая форма работы их подбадривала, они с удовольствием пытались самостоятельно добывать знания. Используя новые подходы в обучении (7 модулей) и работая в группах, студенты проявляли сплоченность, сотрудничество, познавательный интерес и учились мыслить по-новому. И самое главное, что хотелось бы отметить, – это стремление студентов к целенаправленному поиску в систематическом овладении знаниями после того, как были применены разнообразные стратегии развития критического мышления. Метод проектов входит в состав личностно-ориентированных развивающих технологий, поскольку направлен на развитие познавательных навыков студентов, повышение их творческой инициативы. В проектном методе приветствуется умение самостоятельно мыслить, использовать в работе авторитетные отечественные и зарубежные источники, правильно оценивать результаты собственной деятельности. Современные студенты должны приспосабливаться к постоянно меняющимся жизненным и профессиональным условиям. Для этого они должны обладать достаточным количеством знаний и навыками как самостоятельной, так и групповой работы. Именно в ходе осуществления проектной деятельности они могут в полной мере развить данные способности. Все это подтверждает необходимость использования метода проектов в инновационном обучении [4]. В ходе выполнения проектов студенты получили следующие результаты: повысили профессиональную компетенцию; приобрели умения действовать по инструкциям; поделились профессиональным опытом и знаниями; научились взаимодействовать в команде, сотрудничеству и партнерским отношениям. Функции преподавателя в методе проектов заключаются в направлении и консультировании студентов в ходе использования ими различной научной литературы и оформлении проектов. В ходе выполнения проекта студенты не только закрепляют имеющиеся знания методом обучения, но и получают новые. Правильно организованная проектная деятельность формирует студентов с развитыми исследовательскими, коммуникативными, организационными умениями.

В целом проектная методика является эффективной инновационной технологией, которая значительно повышает уровень компьютерной грамотности, внутреннюю мотивацию, уровень самостоятельности обучающихся, их толерантность, а также общее интеллектуальное развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тен, А. С. Планирование и управление проектами с использованием информационно-коммуникационных технологий / А. С. Тен, Т. К. Даутова. – Алматы, 2008.
2. Программа дополнительного профессионального образования для студентов выпускных курсов высших учебных заведений : руководство для тренера. – Астана, 2016.
3. Бычков, А. В. Метод проектов в современном образовании / А. В. Бычков. – М. : Моск. ун-та, 2000.
4. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие / Г. К. Селевко. – М. : Нар. образование, 1998.
5. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / И. Г. Захарова. – М. : Академия, 2005.

О. Н. БЕЛАЯ¹, М. В. ГОЛЬЦЕВ¹, Н. И. КОВАЛЕВА², И. А. ГУЗЕЛЕВИЧ¹

¹УО БГМУ (г. Минск, Беларусь)

²УО ГУО «Минский городской педагогический колледж» (г. Минск, Беларусь)

МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ ДЛЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Реализация образовательных стандартов третьего поколения предполагает решение ряда приоритетных задач, одна из которых – обеспечение инновационного характера образования, в том числе обеспечение компетентностного подхода, взаимосвязи академических знаний и практических умений. Совокупность взаимосвязанных качеств личности, таких как знания, умения, навыки и способы деятельности, задаваемые по отношению к определенному кругу предметов и процессов и необходимые для качественной и продуктивной деятельности по отношению к ним, предполагает формирование метапредметных компетенций. Метапредметные результаты образования предполагают освоение обучающимися универсальных способов деятельности или универсальных учебных действий, применимых как в рамках образовательного процесса, так и в реальных жизненных ситуациях.

Анализ процессов информатизации системы образования Республики Беларусь позволил выделить основные тенденции развития средств информатизации, такие как приближение компьютера к пользователю, рост функциональности, конвергенция технических средств. Таким образом, создание предпосылок для формирования и использования информационных ресурсов и реализации информационных отношений дало толчок развитию информатизации в системе образования.

Существенным конкурентным преимуществом любого учреждения образования является внедрение эффективных педагогических технологий, обеспечивающих высокое качество образования. Формирование метапредметных компетенций возможно при использовании инновационных педагогических технологий [1], к которым относятся и мобильные технологии.

Согласно рекомендациям ЮНЕСКО по политике в области мобильного обучения «... мощност и возможности мобильных устройств постоянно растут, они могут шире использоваться в качестве образовательных инструментов и занять центральное место как в официальном, так и в неформальном образовании» [2].

Мобильное обучение подразумевает использование мобильной технологии как по отдельности, так и совместно с другими информационными и коммуникационными технологиями для организации образовательного процесса вне зависимости от места и времени. Обучение может принимать различные формы: с помощью мобильных устройств обучающиеся могут получать доступ к образовательным ресурсам, связываться с другими пользователями, создавать контент в учебном классе и за его пределами.

Мобильное обучение представляет собой отдельное направление в области применения ИКТ в образовании. В то же время, поскольку в этом случае используется более доступная, самодостаточная и управляемая технология, по сравнению со стационарными компьютерами, необходимо пересмотреть традиционные модели ее использования и внедрения.

К преимуществам мобильного обучения можно отнести: мобильность, непрерывность образования, персонализацию обучения. Мобильные приложения позволяют обучающимся самостоятельно оценивать свои результаты и оперативно выполнять необходимые задания для закрепления материала, что важно при формировании метапредметной компетенции.

Одним из примеров применения мобильных технологий является использование QR-кодов на учебных занятиях. Это достаточно удобный сервис, поэтому использование его в педагогической деятельности приносит большие успехи в повышении качества образования и формирования соответствующих компетенций. На рисунках 1 и 2 представлены QR-коды, благодаря которым можно пройти на сайт кафедры медицинской и биологической физики БГМУ и ГУО «Минский городской педагогический колледж».



Рисунок 1



Рисунок 2



Представляется целесообразным использование QR-кода в опорных конспектах, например, в опорном конспекте по теме «Изотермический, изобарный, изохорный процессы состояния идеального газа» (рисунок 3).

С представленным опорным конспектом обучающиеся работают на учебном занятии. Три QR-кода дают возможность просмотреть видео о каждом из процессов. Просмотр видео при помощи QR-кодов повышает уровень понимания темы и каждого процесса в отдельности. В учебном пособии каждый из опытов описан линейно – это не действенный способ понимания.

Большими возможностями обладает также и онлайн сервис Canva, который позволяет создавать документы различных типов: постеры, презентации, меню, визитные карточки, пригласительные билеты, флаеры и открытки.

прос для зучения	Процесс		
	Изотермический	Изобарный	Изохорный
Определение процесса	Процесс изменения состояния газа при _____	Процесс изменения состояния газа при _____	Процесс изменения состояния газа при _____

Рисунок 3

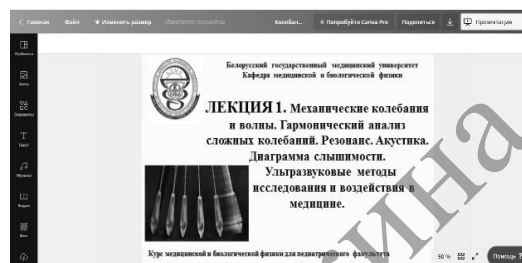


Рисунок 4

Данный сервис используется нами при чтении лекций и на учебных занятиях при изучении новых тем. Так, например, при создании презентации слайды можно менять местами, редактировать по цветовой гамме и соотношению элементов, выбирать другие шрифты и удалять ненужные блоки, оставлять незаполненные элементы для самостоятельной работы обучающихся (рисунок 4). Для того, чтобы просмотреть презентацию, достаточно пройти по ссылке или использовать QR-код. Данную презентацию студенты могут просматривать не только на учебном занятии, но и дистанционно.

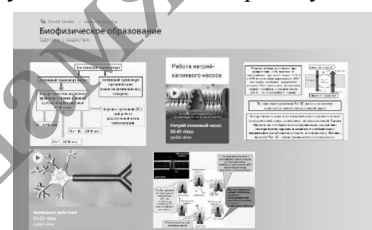


Рисунок 5

Для размещения материала не на чередующихся слайдах, а на виртуальной плоскости используется онлайн-доска Padlet (рисунок 5). Данный сервис целесообразно использовать для актуализации опорных знаний, совместного конспектирования, для контроля знаний, при этом существует возможность не только увидеть ответы обучающихся в Padlet, но и прокомментировать их, добавив текст, ссылку или мультимедийный файл. Такую доску удобно использовать в дальнейшем для повторения материала. Padlet удобно использовать как систему хранения документов, загрузив на доску материалы, которые будут доступны для скачивания в любое время.

Традиционных форм обучения недостаточно для формирования метапредметных компетенций, необходимы методы, генерирующие стратегическое мышление или метакогнитивные процессы не только на аудиторных занятиях, но и при выполнении самостоятельной работы.

В результате использования описанного образовательного контента появляется возможность подготовки специалиста к деятельности в условиях информационного общества, обучения современным методам самостоятельного освоения программных продуктов, способности к эффективному применению информационных технологий при изучении новых дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии-3 / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2017. – 168 с.
2. Рекомендации по политике в области мобильного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iite.unesco.org/files/news/639198/ISBN_978-92-3-400004-8.pdf. – Дата доступа: 05.02.2020.

И. М. БОРКОВСКАЯ, О. Н. ПЫЖКОВА
УО БГТУ (г. Минск, Беларусь)

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

В настоящее время в высшей школе много внимания уделяется совершенствованию форм и методов организации учебного процесса, корректировке учебных планов и программ с целью дальнейшего повышения качества подготовки современных специалистов. При этом предполагается, что со стороны студента будет осуществляться ответное действие – инициатива по получению качественного образования, желание стать востребованным и подготовленным специалистом, т. е. сам студент станет

субъектом образовательного процесса. В работе [1] подчеркивается, что личность учащегося – это объект и субъект образования. Педагоги признают: если сам студент не хочет учиться, невозможно наделить его знаниями и навыками. Мотивация обучающегося к изучению предмета остается главным двигателем всего обучения.

К сожалению, далеко не все студенты в нынешнее время готовы быть субъектами образовательного процесса, многих из них приходится еще долго готовить к тому, чтобы они стали настоящими студентами. Современная общеобразовательная школа не всегда выполняет главную задачу – «научить учиться». Централизованное тестирование также часто не выявляет готовность и умение абитуриента быть студентом, проверяя лишь его навыки, нередко полученные лишь с помощью репетиторов. В итоге уровень мотивации многих первокурсников оказывается низким, что не способствует получению новых знаний и высокому качеству подготовки. Если говорить об изучении математических дисциплин, то задача формирования необходимой математической культуры становится достаточно сложной, ведь математика оперирует объектами высокого уровня абстракции и относится к числу не самых простых наук.

Отметим, что в техническом университете математические дисциплины являются методологической основой технических дисциплин. В результате освоения математики студент должен не только овладеть методами, необходимыми при изучении специальных дисциплин, но и научиться логически мыслить, анализировать, проводить аналогию.

Опыт преподавания высшей математики студентам-первокурсникам в Белорусском государственном технологическом университете на разных специальностях показал, что успеваемость студентов зависит не только от их природных способностей, но и от уровня учебной мотивации. Проверочные работы, традиционно проводимые по основным разделам школьной математики в начале учебного года, выявляют большую дифференциацию знаний студентов, при этом у большого количества студентов этот уровень оказывается чрезвычайно низким. Среди слабо подготовленных студентов выделяются две основные группы:

– студенты, у которых за период школьного обучения сложилось устойчивое отрицательное отношение к предмету, обусловленное многими факторами, в том числе отсутствием контакта с учителем, неверием в свои способности и т. д. Такие студенты зачастую испытывают желание «отсидеться» на занятиях и каким-то образом наудачу сдать экзамен. Первоначально мотивация к изучению предмета у таких студентов практически отсутствует;

– студенты, которые в силу обстоятельств не смогли получить хорошей математической подготовки в школе, но четко понимают необходимость изучения этого предмета и считают, что время обучения в вузе дает возможность восполнить недостаток школьного образования. Эти студенты, обладая выраженной учебной и познавательной мотивацией, часто совершают скачок в своем развитии и приходят к итоговому экзамену с хорошим уровнем знаний.

Среди первокурсников, имеющих высокий балл по ЦТ (по математике), наблюдается следующее разделение:

– студенты, которые считают, что за счет имеющейся школьной базы можно, не прилагая труда и усилий, добраться до итогового экзамена и сдать его хотя бы на минимальную зачетную оценку. Многие такие студенты не желают учиться соответственно своим способностям и использовать свой внутренний потенциал;

– студенты с высокой мотивацией, которые целенаправленно идут вперед, участвуют во всех формах учебной и научно-исследовательской работы (олимпиадах, конференциях и т. д.) и, таким образом, оказываются лидерами в вузе, а в дальнейшем становятся высококлассными специалистами.

Среди первокурсников со «средней» подготовкой оказываются хорошо успевающими именно те студенты, которые обладают соответствующей мотивацией.

Рассмотрим некоторые методы и факторы, оказывающие влияние на повышение мотивации к изучению студентами высшей математики.

1. Непосредственно могут способствовать проявлению интереса к предмету отражение на занятиях необходимости использования математических знаний и навыков в будущей профессиональной деятельности; акцентирование роли математической культуры в формировании общей личностной культуры студента, роли математики в развитии способностей студента к восприятию других дисциплин; введение на занятиях элементов истории математики, упоминание имен великих ученых и их роли в истории человечества; демонстрация взаимосвязи и взаимопроникновения наук.

2. Проведение достаточного количества консультаций и дополнительных занятий с целью ликвидации пробелов в разделах элементарной и высшей математики, что пробуждает в дальнейшем интерес студента к получению новых знаний.

3. Применение новых образовательных технологий, в том числе уровневой образовательной технологии.

4. Эффективное использование самостоятельной работы студентов.

Задача педагога – привить студенту интерес к самостоятельной работе, к умению работать со специальной литературой, направляя и контролируя процесс, но и предоставив при этом студенту возможность почувствовать заинтересованность в повышении своего уровня и выработать у него стремление к дальнейшему самообразованию.

5. Применение разнообразных форм контроля качества знаний: опрос по теории, математические диктанты, контрольные и самостоятельные работы, тесты, расчетно-графические задания и др. Оживляют учебный процесс предложенные студентам на лекции небольшие задания закрепляющего характера по пройденной теме.

6. Проведение математических олимпиад, научных студенческих конференций, математических аукционов способствует повышению интереса к предмету, является стимулом к улучшению математической подготовки. Тематика научных студенческих работ, связанная с будущей профессиональной сферой деятельности, обеспечивает углубленный интерес студента как к математике, так и к ее применению в специальной дисциплине. Все направления, где может проявиться творческий потенциал студента [2], способствуют повышению мотивации.

7. Авторитет педагога, наличие контакта педагога с аудиторией и с каждым обучающимся также являются немаловажными факторами для формирования учебной и познавательной мотивации студентов.

Таким образом, развитие мотивационной сферы является одним из важнейших факторов, приводящих студента к успеху в изучении предмета, и, таким образом, играющих основополагающую роль в обеспечении качества образования по соответствующей дисциплине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беликов, В. А. Образование. Деятельность. Личность / В. А. Беликов. – М.: Акад. Естественных наук, 2010. – 339 с.
2. Борковская, И. М. Формирование творческих навыков студентов как одна из задач высшей школы / И. М. Борковская, О. Н. Пыжкова // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы X Юбилейной Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 27–30 марта 2018 г. / редкол.: Е. М. Овсюк (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2018. – С. 264–266.

Н. Н. БОРОДИЧ

УО МГЭИ им. А. Д. Сахарова (г. Минск, Беларусь)

АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИКА» ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОМИНИРУЮЩЕЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Современное состояние развития общества характеризуется математизацией и информатизацией всего научного знания. Обладая огромным потенциалом, математика облегчает стратегические оценки широкого спектра задач, обеспечивает экономическое развитие общества.

Традиционные методы и приёмы обучения не всегда позволяют активизировать познавательную активность студентов. Это выражается в их недостаточно устойчивом интересе к знаниям, низкой самоорганизации деятельности и обусловлено плохо сформированными умениями и навыками самостоятельной работы. Использование доминирующей самостоятельной деятельности при изучении дисциплины «Математика» способствует повышению познавательной активности обучающихся; развитию способностей, знаний, умений и навыков в самостоятельной деятельности на занятиях по дисциплине.

Самостоятельная деятельность используется на различных этапах учебного занятия: при проверке домашнего задания, где устанавливается правильность, полнота и осознанность выполнения заданий, выявляются и по возможности устраняются пробелы в знаниях; при первичной проверке знаний и способов деятельности; при закреплении новых знаний и способов деятельности, где обеспечивается закрепление и повышение уровня осмысления новых знаний; при применении знаний и способов деятельности; при обобщении и систематизации знаний и способов деятельности, где происходит формирование целостной системы знаний и создаются условия для усвоения фундаментальных знаний.

Построение каждого учебного занятия с доминирующей самостоятельной деятельностью обучающегося предполагалось вести по плану, в котором важными составляющими являются содержание, деятельность преподавателя и деятельность обучающегося [1] на каждом этапе занятия, что отражает таблица.

Таблица – Этапы учебного занятия с доминирующей самостоятельной деятельностью обучающихся

	Содержание учебного занятия	Деятельность обучающегося	Деятельность преподавателя
1	Организационный момент	Само- или взаимопроверка	Проверяет готовность
2	Подготовка к восприятию (+ проверка д. з.) Задачи	Самоорганизация, самоосмысление учебного материала	Создаёт настрой на самоорганизацию
3	Мотивация (задачи мотивации)	Самопостановка цели	Создаёт проблемную ситуацию поискового характера
4	Актуализация опорных знаний	Слушает, решает, отвечает	Применяет формы организации познавательной деятельности
5	Изучение нового материала	Слушает, конспектирует	Излагает материал на высоком уровне
6	Первичное закрепление на базовом уровне и коррекция до базового уровня	Выполняет тест Слушает, выполняет задание	Предлагает тест и материал на базовом уровне
7	Отработка материала (систематизация, комплексное применение)	Работа в парах, группах, индивидуальная работа	Предлагает разноуровневые и индивидуальные задания
8	Закрепление знаний и умений	Выполняет тест	Предлагает разноуровневый тест на определение уровня усвоения материала
9	Контроль	Само- и взаимопроверка	Экспертный контроль (показывает ответы)
10	Коррекция	Само- и взаимокоррекция	Проводит работу над ошибками
11	Анализ деятельности (подведение итогов занятия и его оценка)	Самоанализ достигнутого (рефлексия и самооценка)	Проводит анализ и оценку занятия
12	Постановка цели к следующему занятию. Домашнее задание	Самоосмысление. Самовыбор	Создает мотивацию через анализ достигнутого. Предлагает индивидуальное дифференцированное домашнее задание

При проведении занятий использовались задания различного характера: составление опорного конспекта и работа с ним, работа по алгоритму, работа по образцу, разноуровневые самостоятельные работы [2], текстовые задания, задания с пропусками и другие.

В результате рефлексивной деятельности обучающихся, проведённой на заключительном этапе деятельности на учебных занятиях, сделаны выводы:

- повысилась активность обучающихся и скорость запоминания материала;
- сформировалось умение самостоятельно работать с раздаточным материалом и дополнительной справочной литературой;
- самостоятельная работа усиливает личностную направленность обучения;
- способствует увеличению познавательной активности и повышению качества успеваемости, более успешному овладению предметными знаниями, умениями и навыками;
- развивает общие умения, связанные с решением практических задач;
- способствует умственному развитию и создает условия для повышения творческого потенциала личности.

Проведённая работа по осуществлению доминирующей самостоятельной деятельности и анализ результатов этой деятельности подтвердили эффективность её использования на различных этапах учебных занятий. Повысилась качественная успеваемость при выполнении контрольных работ по итогам семестров с 37 % до 43 %.

Результаты позволяют обозначить дальнейшие перспективы работы по данной теме. Такого рода деятельностью необходимо охватить обучающихся первых и вторых курсов по различным разделам математики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимняя, И. А. Педагогическая психология : учеб. для вузов / И. А. Зимняя. – 2-е изд., доп., испр. и перераб. – М. : Логос, 2004. – 384 с.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб. пособие / Е. С. Полат [и др.]. – М. : Академия, 2002. – 272 с.

Т. Ю. ГЕРАСИМОВА

УО МГУ им. А. А. Кулешова (г. Могилев, Беларусь)

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В Республике Беларусь, начиная с 1991 года, когда был принят закон «Об образовании», по которому можно было создавать гимназии, лицеи, школы (классы) с углубленным изучением отдельных предметов (в 1998 году – переход на 12-летнее обучение, в 2008 году – возврат к 11-летнему и т. д.), семь раз кардинально менялись учебные программы, характер содержания обучения, а вместе с этим и учебники, и учебные пособия.

На современном этапе при организации учебного процесса существенно изменяются роль и функции учебного пособия, которые должны обеспечить условия для организации самостоятельной работы студентов во время учебных занятий по методическим дисциплинам, их домашней работе, во время педагогической практики, поскольку в нем обязательно учитываются содержательная и процессуальная стороны обучения.

Учебные пособия по методике преподавания физики [1, 2, 3], разработанные и внедренные в учебный процесс на факультете математики и естествознания (рисунок 1), направлены на формирование профессиональных компетенций студентов.

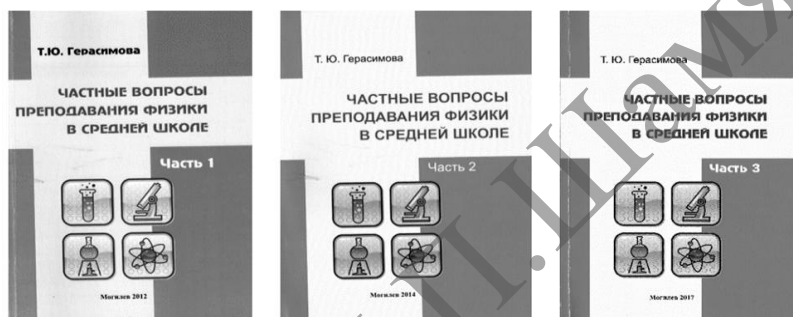


Рисунок 1. – Учебно-методические пособия

В структуре и содержании пособий обобщен 17-летний опыт работы автора в учреждениях общего среднего образования г. Могилева.

Данные пособия имеют ряд особенностей:

- целеполагание учебного модуля – Системы структурных элементов предметных знаний;
- четкое выделение учебного материала для обязательного изучения;
- структурирование учебного материала;
- ориентацию на самостоятельную познавательную деятельность;
- включение кроме основного учебного материала дополнительного материала.

В основе учебного пособия лежат разработанные технологические карты, в состав которых входят:

- блок *целеполагания* (что необходимо сделать, воплотить);
- *инструментальный* блок (какими средствами это достижимо);
- блок *организационно-деятельностный* (структуризация на действия и операции, учебный материал).

В состав технологической карты входят учебные элементы урока (УЭ), позволяющие достичь интегрирующую цель урока. Среди учебных элементов урока выделяют следующие (рисунок 2):

– УЭ-0 определяет интегрирующую цель по достижению результатов обучения. При этом в соответствии с десятибалльной системой оценки знаний описываются следующие уровни усвоения знаний и умений учеников: уровень неосознанного воспроизведения, воспроизведение на уровне понимания, применение знаний в знакомой ситуации, применение знаний в незнакомой ситуации.

– УЭ-1 включает задания по выявлению уровня знаний по теме: задания, направленные на овладение новой информацией учащимися (самостоятельная работа, тестовые задания, работа с модульными программами и т. д.).

– УЭ-2 (и т. д.) описывает содержание нового учебного материала, составление и работу с опорными конспектами, структурно-логическими схемами.

– Завершающий УЭ включает выходной контроль знаний, подведение итогов занятия (оценка степени достижения целей урока), выбор домашнего задания, рефлексию (оценку своей работы с учетом оценки окружающих).

На данном этапе по этим пособиям идет разработка электронных аналогов. Под *электронным учебным пособием (ЭУП)* мы понимаем электронное издание, частично или полностью заменяющее или

дополняющее учебное пособие и официально утвержденное в качестве данного вида издания. В ЭУП используется *гипертекст* – это текст, представленный в электронной форме и снабженный разветвленной системой связей, позволяющей переходить от одного его фрагмента к другому в соответствии с некоторой иерархией фрагментов.

Имея электронный вариант этих пособий, студенты получают возможность самостоятельно разрабатывать конспекты уроков, учитывать содержательную и процессуальную сторону организации учебного процесса по физике при подготовке к практическим занятиям по методике преподавания физики и во время педагогической практики.

Технологическая карта модуля 4.
Перемещение материальной точки. Скорость перемещения. Движение с постоянной скоростью. Кинематический закон равномерного движения

Учебные элементы урока	Учебный материал с указанием заданий	Руководство по усвоению учебного содержания	УЭ 1	Задание 1	В карточке карандашом дайте ответы, сравните с эталоном. Подсчитайте число верных ответов и отметьте это в листе контроля.
УЭ 0. Постановка цели.	Цели обучения: усвоение предметного содержания темы: – на уровне неосознанного воспроизведения: распознавать, перечислять основные понятия темы: путь, перемещение, скорость перемещения, равномерное движение. – воспроизведение на уровне понимания: определять основные понятия темы: перемещение, скорость перемещения, равномерное движение, кинематический закон равномерного движения, приводить примеры, делать выводы. – на уровне применения знаний в знакомой ситуации: описывать и объяснять равномерное движение, знать смысл понятия «перемещение, скорость перемещения, путевая скорость», знать способы описания движения, уметь решать качественные и расчетные задачи. – на уровне применения знаний в незнакомой ситуации: свободное оперирование программным учебным материалом в незнакомой ситуации, умение выделять главное, уметь отвечать на вопросы.	Знакомим с целеполагающей частью технологической карты, определяем, что необходимо ученикам сделать на уроке.	УЭ 1 Актуализация знаний: входной контроль	Задание 1 Ответьте на вопросы [3]: 1. Один спортсмен бежит дистанцию 500 м, а другой прыгает в длину с места (без разбега). В каком из этих движений спортсмена можно моделировать материальной точкой? Почему? 2. Может ли человек, находясь на движущемся эскалаторе метро, быть в покое относительно земли? Ответ поясните. 3. Поезд едет на восток. В каком направлении летит вертолет, если находящемуся в нем летчику, наблюдавшему за движением поезда, кажется, что: а) поезд покоится; б) поезд движется на запад?	В карточке карандашом дайте ответы, сравните с эталоном. Подсчитайте число верных ответов и отметьте это в листе контроля.
УЭ 4 Выходной контроль: проверить усвоение знаний по теме	Задание 2 Разбираем пример решения задачи на с. 29 [4]. Записываем решение задачи в тетрадь. Разбираем пример решения задачи на с. 34 [4]. Записываем решение задачи в тетрадь. Приступаем к выполнению задания 2. Решаем самостоятельно задачи [3]: 1. Пешеход прошел по проспекту путь 300 м, затем повернул направо и еще прошел по улице путь 400 м. Определите путь и перемещение пешехода, считая движение по проспекту и улице прямолинейным. 2. Два велосипедиста движутся равномерно по взаимно перпендикулярным прямым дорогам. В некоторый момент времени первый велосипедист, модуль скорости движения которого $7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, находился на расстоянии 300 м от перекрестка. На каком расстоянии от перекрестка находился второй велосипедист, если, двигаясь со скоростью $12,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, он достигнет перекрестка через промежуток времени 10с после первого.	Задание напечатано на карточках. Ученики выполняют его в своих тетрадях. Сравнивают ответы с эталоном. За каждый правильный ответ ставят рядом с заданием «+», неправильный – «-», подсчитывают число «+» и выставляют его в листе контроля.	УЭ 5 Рефлексия: проверить усвоение знаний по теме	Задание 3 Работаем с конспектом, повторяем основные положения изучаемого материала. Закрываем конспект, отвечаем на вопросы. 1. Какие способы описания механического движения вы знаете? Охарактеризуйте каждый из них. 2. В чем заключается отличие между пройденным путем и перемещением? Дайте развернутый ответ. 3. Дайте определение равномерного движения. 4. С какой целью в кинематике рассматривают прямолинейное равномерное движение материальной точки? 5. Приведите примеры движения тел, которые можно считать прямолинейным равномерным? 6. Дайте определение скорости при равномерном прямолинейном движении. Куда направлен при этом движении вектор скорости? 7. Запишите формулы, описывающие равномерное прямолинейное движение. Поясните смысл величин, входящих в формулы.	Вопросы напечатаны на карточках, пишем ответы карандашом в ней. Проверяем ответы, сверяясь с эталоном. Если ответили правильно, поставьте «+». Подсчитываем число «+» и ставим их число в лист контроля.

Рисунок 2. – Учебные элементы технологической карты

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимова, Т. Ю. Частные вопросы преподавания физики в средней школе : пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по спец. 1-02 05 04 Физика; 1-02 05 04 Физика. Дополнительная специальность : в 5 ч. / Т. Ю. Герасимова. – Могилев : УО МГУ им. А. А. Кулешова, 2012. – Ч. 1. – 276 с. : ил.
2. Герасимова, Т. Ю. Частные вопросы преподавания физики в средней школе : пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по спец. 1-02 05 04 Физика; 1-02 05 04 Физика. Дополнительная специальность : в 5 ч. / Т. Ю. Герасимова. – Могилев : УО МГУ им. А. А. Кулешова, 2014. – Ч. 2. – 248 с. : ил.
3. Герасимова, Т. Ю. Частные вопросы преподавания физики в средней школе : пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по группе спец. 02 05 Преподавание физико-математических дисциплин профиля А – Педагогика : в 5 ч. / Т. Ю. Герасимова. – Могилев : УО МГУ им. А. А. Кулешова, 2017. – Ч. 3. – 272 с. : ил.

А. А. ГРИГОРЬЕВ
УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ КИНЕТИКИ ЧАСТИЦ НА ПЛОСКОСТИ ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ MATHCAD

Основной смысл технологизации заключен в том, чтобы определить и целесообразно распределить порядок процедур, обеспечивающих ход учебно-воспитательного процесса, стремясь при этом к достижению максимальной последовательности, рациональности и простоты выполнения операций. Процесс технологизации охватывает всю структуру образования, в том числе и предметное обучение. Наиболее важно технологизировать процессы, состоящие из большого числа последовательных этапов, стадий. Построенные таким образом схемы учебно-воспитательного процесса не только дают о нем образное представление, но и являются ориентировочной основой деятельности для принятия своевременных педагогических решений по конкретизации исходных принципов и идей обучения, составления методических систем, для рационализации и индивидуализации учения. В педагогической технологии акцент делается на процессуальные и инструментальные аспекты обучения, на продуктивную деятельность учащихся. В рамках педагогических технологий значительно усиливается организованность учебного процесса, целенаправленное руководство им, рационально осуществляется деятельность его участников, усиливается обратная связь. Информационные технологии позволяют использовать компьютер или планшет не только как обучающую машину, но и как средство усиления интеллекта обучаемых, их развития. Вместе с тем программируемая среда является инструментом управления учебным процессом, а также средством телекоммуникации, презентации материала в лекционном режиме.

Mathcad – система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением. Среда математического моделирования *Mathcad* используется в сложных проектах, чтобы визуализировать результаты математического моделирования путем использования распределённых вычислений и традиционных языков программирования. *Mathcad* достаточно удобно использовать для обучения, вычислений как физических, так и инженерных расчетов. Открытая архитектура приложения в сочетании с поддержкой технологий *.NET* и *XML* позволяют легко интегрировать *Mathcad* практически в любые ИТ-структуры и инженерные приложения. Предусмотрена возможность создания электронных книг (*e-Book*).

Рассмотрим, как в такой среде можно построить физические модели и на их основе создать презентации.

При изготовлении полупроводниковых приборов и интегральных схем, а также фотошаблонов широко применяются процессы получения различных функциональных слоев. От совершенства технологических процессов получения пленок функциональных слоев в значительной степени зависят надежность и качество изделий микроэлектроники, технический уровень и экономические показатели их производства.

Физическое осаждение или конденсацию из газовой фазы можно определить как конденсацию газообразных (парообразных) элементов или соединений с образованием твердых осадков. Газовая фаза может иметь тот же состав, что и осадок. Это обычный случай физического осаждения из газовой фазы на плоскость, при котором покрытия получаются только за счет конденсации вещества. К таким случаям относятся процессы термического вакуумного испарения и ионного распыления материалов.

В данной работе рассматривается применение статистического метода описания к вопросу о распределении частиц газа по скоростям в состоянии равновесия, в отсутствие внешних силовых полей. Разместим частицы газа в некотором квадратном порядке в первой четверти декартовой системы координат. Построим контур в виде графика, в котором будут двигаться частицы. Зададим переменные в виде последовательности координат вершин квадрата, которые будут последовательно соединены. Также построим на одних координатных осях графики первоначального расположения частиц и контура, ограничивающего расположение частиц. Получим известное для функции плотности вероятности распределения частиц по проекции скорости выражение. Представим картину анимационного движения частиц газа на плоскости. Убедимся, что идеальный газ, предоставленный самому себе, переходит из упорядоченного состояния в 1-й четверти в состояние с равномерным распределением по всей плоскости. Причем вероятность возвращения в исходное состояние крайне мала, что указывает на необратимость данного процесса. Зададим число частиц $N = 36$ и пронумеруем их по $i = 0 \dots (N - 1)$. Пусть время изменяется дискретно $j = 0 \dots t - 1$, где $t = 500$ с. Проекция вектора скорости частицы на координатные оси изменяется в соответствии с законом распределения Максвелла, вследствие хаотического движения частиц газа. Величины проекции скорости на оси координат будут случайными числами, определяемыми с помощью функции нормального распределения. Последняя будет функцией массы частицы и температуры подложки, по которой происходит движение частиц. Определим

N -мерный вектор случайных значений проекции скорости i -ой частицы v_{xij} на ось OX в момент времени j с помощью функции нормального распределения, встроенной в *MathCad*, $v_{xij} = \text{rnorm}(N, \text{mean}v_x, \sigma_x)$. В силу симметрии задачи аналогично можно определить и проекцию вектора скорости v_{yij} на ось OY . Тогда закон наращивания координат будет иметь следующий вид: $dx_{ij} = v_{xij} \cdot dt$, $dy_{ij} = v_{yij} \cdot dt$. Анимационный график положения частиц во времени строится на плоскости XOY по полученным значениям координат частиц. Средства *MathCad* позволяют последовательно воспроизводить расположения частиц, то есть получать анимированные графики. В итоге мы наблюдаем, как частицы равномерно заполняют контур, начиная свое движение из его первой четверти, при этом процесс движения необратим. Функция энтропии системы определяется как $Y_j = k \cdot \Omega_j$, где k – постоянная Больцмана, Ω – статистический вес (термодинамическая вероятность) – число различных микросостояний, соответствующих данному. В нашем случае Ω определяется как функция частоты посещения частицами каждой координатной четверти P_j . В результате численного моделирования получаем вид функции энтропии системы $Y(x)$, где x – время и вид фитирующей функции $St(z)$ (Рисунок 1.).

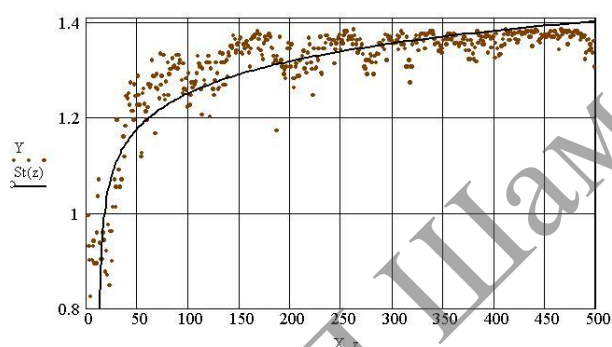


Рисунок 1. – График функции энтропии системы $Y(x)$ и фитирующей функции $St(z)$

Из графика следует, что значения функции энтропии растут с течением времени, что подтверждает общезначимый закон. Таким образом, пакет *MathCad* является удобной современной интерактивной средой для моделирования физических процессов, приложения которой могут быть использованы в образовательной среде. В качестве виртуальной лаборатории можно рассматривать данное программное обеспечение, так как оно дает возможность студенту самостоятельно выполнять практические задания и общаться с тьютором с помощью интернет-браузера, встроенного в пакет *MathCad*.

Н. В. ГУЦКО
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ФОРМИРОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ

При переходе на использование компетентностной модели обучения принципиально изменяются роль и позиция преподавателя. Он перестает быть носителем «объективного знания», которое пытается передать студенту [1]. Его главной задачей становится мотивация студентов на проявление инициативы и самостоятельности, способности и готовности к решению разного рода проблем, к деятельности. В связи с чем преподаватель вуза сталкивается с необходимостью использования в учебном процессе инновационных форм и методов, направленных на формирование ключевых профессиональных компетенций будущего специалиста.

Поэтому первым шагом в организации учебного процесса при подготовке к лекционным занятиям стала разработка формы конспектов с содержанием основного лекционного материала для студентов. Данная форма конспектов представляет собой таблицу, состоящую из двух столбцов. Содержание вопросов лекции отражается в левом столбце, который является основным рабочим полем, а второй столбец предназначен для заметок, которые вносятся как преподавателем при подготовке конспекта, так и студентом в ходе прослушивания и последующего прорабатывания лекционного материала.

Конспекты лекций в обязательном порядке содержат формулировки всех определений, свойств, утверждений, лемм, теорем и формулы. В связи с включением в текст конспекта всех формулировок,

основных графиков и рисунков освобождается значительная часть лекционного времени, которая перераспределяется на разбор и анализ алгоритмов доказательств свойств и теорем, примеров, в том числе и примеров с заранее запланированными ошибками, а также на работу с учебно-методической и научной литературой [2].

Далее в таблице приводится соответствие между действиями студентов, осуществляемыми в ходе лекционного занятия, и ключевыми компетенциями, на формирование которых и направлены приемы и методы, используемые в ходе лекционного занятия.

Таблица – Соответствие между действиями студентов и ключевыми компетенциями

Деятельность студентов	Ключевые компетенции	Профили компетенций
<i>Процесс учения</i> в ходе изучения дисциплин «Дифференциальные и интегральные уравнения» и «Основы функционального анализа и теории функций»	самообразования	способность превращать знания в опыт, а опыт в деятельность; обобщать и систематизировать знания
<i>Выполнение упражнений</i> , сформулированных в конспекте по изучаемым темам лекционных занятий	предметно-информационные	умение работать с различными источниками информации, с книгой;
<i>Проведение анализа</i> доказательств теорем и решения примеров и прикладных задач, в том числе примеров с заранее запланированными ошибками.	самообразования	видеть взаимосвязь между явлениями, перенос знаний, оценивание явлений действительности, умение анализировать, сравнивать
<i>Выполнение обучающего и (или) исследовательского проектов</i> (УСРС)	предметно-информационные	умение работать с книгой, владение основами научной организации труда; способность организовывать свой собственный образовательный процесс, быть способным решать проблемы различного характера, брать на себя ответственность за свое образование;
<i>Общение</i> в ходе лекционного занятия с преподавателем и студентами-слушателями. <i>Защита обучающего и (или) исследовательского проектов</i> (УСРС)	деятельностно-коммуникативные	умение слушать и говорить, защищать свою точку зрения, выражать свои мысли устно и письменно; навыки выступления в аудитории
<i>Сотрудничество</i> с одногруппниками в ходе выполнения обучающих и исследовательских проектов	социально-трудовой деятельности	умение работать в коллективе, сотрудничать, разрешать конфликты, вести монолог, диалог и полилог, устанавливать контакты;
<i>Адаптация</i> к новым формам преподавания, контроля и усвоения знаний, к иному режиму труда в ходе изучения дисциплин «Дифференциальные и интегральные уравнения» и «Основы функционального анализа и теории функций»	самоорганизации	умение приспособиться к изменяющимся условиям, быстро использовать информацию и освоить новую в короткие сроки, быть психологически устойчивым к трудностям.

Использование современных методов обучения при проведении лекций позволяет организовать действия студентов, направленные на формирование ключевых профессиональных компетенций, в частности, понимание проблемы, анализ, поиск решения, деятельность по решению проблемы и достижению результата [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Королев, Ю. Ю. Компетентный подход в подготовке специалистов в системе высшего образования / Ю. Ю. Королев // Актуальные проблемы бизнес-образования : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., 20–21 апр. 2017 г., Минск / Белорус. гос. ун-т, Ин-т бизнеса и менеджмента технологий ; редкол.: В. В. Аланасович (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Нац. б-ка Беларуси, 2017. – С. 88–91.
2. Гуцко, Н. В. Использование современных методов обучения при проведении лекционных занятий в рамках компетентного подхода / Н. В. Гуцко. // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. – 2018. – № 1 (51). – С. 59–66.
3. Ефремова, Н. Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание / Н. Ф. Ефремова. – М. : Нац. образование, 2012. – С. 24.

Н. М. ДЖУМАНАЗАРОВА
НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

О ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЛИНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ

В полной аналогии с классификацией плоских кривых устанавливают следующую классификацию поверхностей.

Определение 1. Поверхность называется алгебраической, если в некоторой декартовой прямоугольной системе координат она определяется алгебраическим уравнением с тремя переменными [1].

Определение 2. Всякая не алгебраическая поверхность называется трансцендентной [1].

Определение 3. Алгебраическая поверхность называется поверхностью порядка n , если в некоторой декартовой прямоугольной системе координат она определяется алгебраическим уравнением степени n с тремя переменными [1].

Для установления корректности этих определений необходимо доказать следующее утверждение.

Теорема 1. Если поверхность в некоторой декартовой прямоугольной системе координат определяется алгебраическим уравнением степени n , то эта поверхность и в любой другой декартовой прямоугольной системе координат определяется алгебраическим уравнением той же степени n . [2]

Доказательство теоремы 1 опирается на доказанное в утверждении: каковы бы ни были две произвольные декартовы прямоугольные системы координат, координаты x , y и z любой точки пространства относительно первой системы являются линейными функциями координат x' , y' и z' той же точки относительно второй системы. С помощью этого утверждения и рассуждений, полностью аналогичных тем, которые проводятся при доказательстве теоремы 1, мы получим, что если поверхность S в некоторой декартовой прямоугольной системе $Oxyz$ определяется алгебраическим уравнением степени n , то эта поверхность в любой другой декартовой прямоугольной системе $O'x'y'z'$ определяется алгебраическим уравнением степени не выше n . Поменяв ролями системы $Oxyz$ и $O'x'y'z'$, мы завершим доказательство теоремы 2.

Замечание 1. Так же, как и в случае плоской линии, вводится понятие распадающейся алгебраической поверхности. [2]

Замечание 2. Пространственная линия называется алгебраической, если она может быть определена как пересечение двух алгебраических поверхностей. [2]

Всякая не алгебраическая линия называется трансцендентной.

Для отыскания точек пересечения поверхностей или линий следует рассмотреть совместно уравнения, определяющие указанные геометрические объекты. Решение полученной при этом системы и определит нам координаты всех точек пересечения. Если полученная система не имеет решений, то точек пересечения нет.

Так, например, если заданы две линии, первая из которых определяется уравнениями $\Phi_1(x, y, z) = 0$ и $\Phi_2(x, y, z) = 0$, а вторая – уравнениями $\Phi_3(x, y, z) = 0$ и $\Phi_4(x, y, z) = 0$, то координаты точек пересечения этих двух линий обязаны быть решением системы четырех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} \Phi_1(x, y, z) = 0, \Phi_2(x, y, z) = 0, \\ \Phi_3(x, y, z) = 0, \Phi_4(x, y, z) = 0. \end{cases}$$

Так как число неизвестных меньше числа уравнений, то последняя система, вообще говоря, не имеет решений, т. е. две линии в пространстве, не пересекаются.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Погорелов, А. В. Геометрия 7–11 класса / А. В. Погорелов. – М. : Просвещение, 1982. – 230 с.
2. Артыкбаев, А. Геометрия – в целом в плоском пространстве – времени / А. Артыкбаев, Д. Д. Соколов. – Ташкент : «Фан» Узбек. ССР, 1991. – 20 с.

М. Г. ДРУШЛЯК
СумГПУ им. А. С. Макаренко (г. Сумы, Украина)

О СРЕДСТВАХ ФОРМИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

В современном мире увеличивается визуальная составляющая всех сфер жизни человека, в том числе и образовательной, что приводит к изменению способа восприятия информации. В то же время профессиональная подготовка учителей математики и информатики недостаточно ориентирована на

использование визуальных средств представления учебного материала, реальный уровень сформированности визуальных, графических и информационных знаний, умений и навыков недостаточен после получения профессии учителя математики и информатики. Поэтому проблема формирования такого типа культуры, как визуально-информационная, у будущих учителей математики и информатики в условиях усиления визуальной коммуникации в современном обществе является актуальной.

Формировать визуально-информационную культуру будущих учителей математики и информатики предлагаем не только в рамках изучения специальных курсов или профессионально-ориентированных дисциплин, но и во время обучения фундаментальным дисциплинам предметной подготовки, среди которых предусмотрены «Линейная алгебра», «Теория чисел», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Проективная геометрия», «Дискретная математика» и другие, поскольку именно эти дисциплины формируют базис для построения информационной картины мира и необходимый профессиональный инструментарий, рассчитанный на длительное его применение в меняющихся условиях жизни.

Мы предлагаем использовать так называемые визуализированные задачи. Определённые визуализированные задачи можно найти у О. О. Князевой, которая под визуализированной задачей понимает задачу, «в которой образ явно или неявно задействован в условии / ответе, задаёт метод решения задачи, создаёт опору каждому этапу решения задачи или явно или неявно сопровождает на определенных этапах ее решения» [1].

Использование визуализированных задач в процессе профессиональной подготовки будущих учителей математики и информатики позволяет быстро усваивать определённые фрагменты теории, формулировать и распространять обобщенный алгоритм практических действий, акцентировать внимание на узловых моментах процесса решения задачи.

Визуализированные задачи являются средством реализации когнитивно-визуального подхода к обучению математике и средством формирования навыков визуального поиска. Визуальный поиск – это процесс порождения новых образов, новых визуальных форм, несущих конкретную визуально-логическую нагрузку. Они делают видимым значение искомого объекта или его свойства. При решении математических задач образ может использоваться явно или неявно, но и в том, и в другом случае это приводит к нахождению путей решения задачи [2].

Мы разработали авторские примеры визуализированных задач по специальным дисциплинам подготовки будущего учителя математики и информатики в виде визуализированных динамических моделей на базе программ динамической математики.

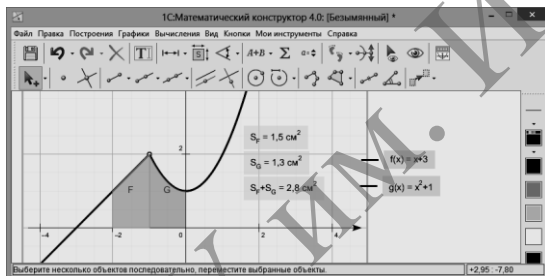


Рисунок 1. – Вычисление площади криволинейной трапеции на основе когнитивно-визуального подхода

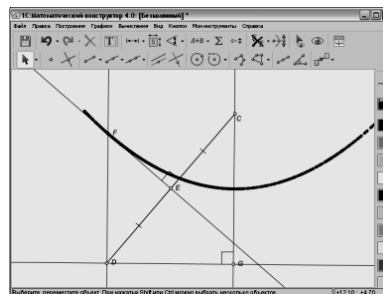


Рисунок 2. – Построение параболы как ГМТ

Считаем, что использование визуализированных задач как средства формирования визуально-информационной культуры будущих учителей математики и информатики должно быть как на уровне «подмены», когда происходит прямая замена традиционного инструмента без каких-либо функциональных изменений, так и на уровне «переосмысления», когда использование программ динамической математики позволяет создать условия для демонстрации таких фактов, свойств объектов или решения таких задач, которые ранее невозможно было реализовать в рамках традиционных подходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Князева, О. О. Реализация когнитивно-визуального подхода в обучении старшеклассников началам математического анализа : автореф. дис. ... канд. пед. наук. / О. О. Князева. – Омск, 2003.
2. Далингер, В. А. Обучение математике на основе когнитивно-визуального подхода / В. А. Далингер // Вестник Брянского государственного университета. – 2011. – № 1. – С. 1–7.

С. Т. ДУСТОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕКЦИИ

Особенностью современной высшей школы является ее функционирование в условиях стремительного роста объема образовательных ресурсов. Студенту уже не всегда удастся получить высококачественные образовательные услуги в традиционной системе в силу ее ограниченной информационной пропускной способности. На современном этапе научно-технического прогресса при переходе к информационному обществу перед учебным заведением стоит важная задача – предоставление студентам условий для реализации своих потенциальных возможностей в различных сферах знаний.

Процессы интеграции и информатизации высшего образования направлены на решение ряда объективных противоречий, имеющих место в настоящее время. Это противоречие между возрастающим объемом содержания обучения и ограниченным количеством учебного времени; уменьшение доли знаний, полученных в учреждении образования, относительно объема знаний, полученных самостоятельно; частичное несоответствие содержания учебников и знаний.

Процесс информатизации общего образования позволяет дополнить многообразие традиционных методик обучения новыми информационными развивающими педагогическими технологиями, с помощью которых на занятиях могут реализовываться педагогические ситуации, в которых деятельность преподавателя и студентов носит исследовательский, поисковый характер.

На современных учебных занятиях по высшей математике, информатике и по другим дисциплинам с использованием компьютерных технологий происходит не пассивное усвоение информации, а активная ее переработка. Подобное образование носит комплексный характер и способствует формированию целостной системы знаний, определяющей мировоззрение студента. [1]

Роль творчески работающего преподавателя не ограничивается внедрением в учебный процесс уже имеющихся компьютерных технологий. Оказавшись «на передовой» научно-технического процесса, преподаватель сам имеет возможность стать разработчиком и испытателем арсенала новых средств обучения: от наброска иллюстраций к конкретному занятию до выпуска программного продукта, от формирования нового приема работы до создания авторской методики.

Наиболее часто функция объяснения нового учебного материала реализуется в качестве традиционного занятия – лекции. С появлением доступных компьютерных средств обучения интерес преподавателя к лекционной форме занятия заметно вырос. Это не удивительно, так как использование компьютера позволило сделать лекцию более эффективной и привлекательной для студента. Выросла её информативная емкость, объяснение стало более красочным, наблюдение явлений и демонстрация свойств в полной мере дополнились современными методами моделирования.

Однако при выборе лекционной формы проведения занятия следует помнить тот факт, что психика части студентов ещё недостаточно подготовлена к длительному выполнению одного и того же вида работы. Особенность лекции состоит в необходимости принятия мер для снижения психической нагрузки, с одной стороны и стимулирования актуализации внимания студентов в течение длительного времени – с другой. Чтобы не возникало чрезмерного психического утомления, целесообразно планировать лекционное занятие таким образом, чтобы в ходе занятия неоднократно менялись виды учебной деятельности студентов, пассивные формы работы сменялись активными. Одним из способов стимулирования внимания обучающихся может служить предложение оцениваемой работы, (письменной, тестовой, графической) с распределенным на время занятия заданием. Другой способ – постановка в начале занятия ряда проблемных вопросов, ответы на которые студенты должны дать по окончании лекции на основе полученных знаний. Несмотря на то, что контроль знаний не является целью изучения нового (тем более – лекции), именно система обязательного оценивания деятельности каждого студента способна обеспечить лекционному занятию гарантированную эффективность.

При отборе и подготовке компьютерных материалов следует предусмотреть разбивку содержания на логически законченные модули, после отработки которых можно на непродолжительное время занять студентов иной учебной деятельностью. Рекомендуемое количество лекционных модулей 3–5 на академический час.

При наличии условий для «живой» экспериментальной проверки компьютерной модели явления в лекционное занятие можно внести элемент исследования. Кроме того, это способствует формированию у студентов доверия к компьютеру, как средству обучения, снимая скепсис по поводу «электронных фантазий программиста».

Планируя смену видов учебной деятельности, рекомендуется предусмотреть введение форм работы, имеющих мониторинговый характер. Это может быть «мягкий» мониторинг в форме беседы или очевидная проверка качества усвоения материала с помощью краткого теста или упражнения с мгновенной проверкой (самопроверкой) результата. В любом случае преподаватель должен иметь «обратную связь» для определения готовности студентов к следующему этапу лекции.

Внедрение в лекцию распределенного задания поможет дать оценку успешности каждого обучающегося к окончанию занятия. Если выполнение письменных (графических) заданий не предлагается, можно рекомендовать оценивание учебной деятельности, опирающееся на рейтинговый принцип по результатам проводимых в ходе беседы на занятии.

В организации преподавательской деятельности можно выделить несколько направлений использования компьютера. Самое очевидное и доступное из них – применение возможностей вычислительной техники в качестве личной типографии преподавателя. Для педагога владение технологиями малой полиграфии представляется существенным, поскольку значительно облегчает решение ряда организационно-методических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е. С. Полат [и др.] ; под ред. Е. С. Полат. – М. : Академия, 2000.

Л. В. ДУШЕИНА, Л. П. ЖАРИХИНА
УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ В ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Среди множества методик и технологий оценки знаний обучающегося особое место занимает компьютерное тестирование как наиболее эффективный и объективный способ оценивания качества усвоения знаний на всех этапах обучения. Причем актуальность использования компьютерных тестовых систем очевидна не только для целей измерения уровня подготовленности обучающихся, но и для непрерывного мониторинга учебного процесса, формирования рейтинга, организации адаптивного и индивидуального обучения, что является в настоящее время актуальным направлением в системе организации образования.

Переход к стандартам нового поколения, связанный с внедрением Болонской системы образования (дистанционное обучение, свободный выбор предметов для получения специальности, свободное посещение занятий и семинаров, неограниченный срок получения высшего образования и т. д.), предъявляет повышенные требования к контролю получаемых знаний и практических навыков.

Главными функциями теста являются диагностическая, контролирующая и обучающая, которые тесно связаны между собой. Сами тесты подразделяются на несколько видов, из которых в естественности чаще применяются содержащие задания открытого и закрытого типов. При составлении тестов по высшей математике и физике иногда используются также задания на соответствие.

Компьютерное тестирование обладает рядом неоспоримых преимуществ перед другими формами контроля. Это обусловлено следующими обстоятельствами: 1) компьютер больше, чем присутствие экзаменатора, побуждает испытуемого к самостоятельности, отсюда – выше диагностическая ценность результатов; 2) тест более полно охватывает разделы дисциплины (физики и высшей математики), так как количество заданий в тесте может достигать 30–60 вместо 3–5 на экзамене; 3) при тестировании выявляются пробелы в знаниях испытуемого, что позволяет своевременно их ликвидировать; 4) выявленные в процессе использования недостатки самого теста можно вовремя и более или менее легко устранить; 5) объективность оценки и равенство возможностей.

Большинство курсантов 1-го и 2-го годов обучения на инженерных специальностях, окончив среднюю школу с вроде бы неплохими показателями по математике и физике, практически оказалось не готово к дальнейшему углубленному изучению этих предметов в высшей школе.

При невысоких баллах, полученных на централизованном тестировании (ЦТ), совершенно естественно, что курсантам 1-го и 2-го годов обучения на инженерных специальностях в военном вузе приходится сталкиваться с проблемами при изучении высшей математики и физики. Поэтому текущий и итоговый тестовый контроль является важнейшим инструментом для оценки знаний курсантов по этим предметам.

На кафедре высшей математики и физики Военной академии РБ в свое время проводилось исследование зависимости результатов сдачи курсантами первых семестровых экзаменов по высшей математике и по физике от соответствующих оценок, полученных на ЦТ, и школьных баллов [1].

Исследования носили статистический характер и проводились среди курсантов первого курса в течение трех лет как на отдельных факультетах по инженерным специальностям, так и по Военной академии в целом. Осуществлялся сравнительный анализ качества знаний обучающихся на различных факультетах по инженерным специальностям.

Было замечено существенное расхождение средних баллов, полученных по математике и по физике в школьном аттестате, на ЦТ (особенно по физике) и на устных экзаменах в первую сессию. Балл аттестата был значительно выше остальных. При сдаче ЦТ в последующие годы этот разрыв значительно сократился, возможно, потому что задачи в тестах ЦТ стали более приближены к программам школьных курсов математики и физики.

По результатам проведенного исследования в Военной академии для улучшения качества образования была частично изменена учебная программа по физике. В нее были включены расчетно-графические работы по трем разделам («Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Механические колебания и волны»), содержащие достаточно сложные задачи, для решения которых требуется хорошая подготовка не только по физике, но и по высшей математике.

Для лучшего усвоения программы по высшей математике и по физике с курсантами 1-го курса инженерных специальностей на протяжении ряда лет в начале первого семестра до изучения блока основных дисциплин проводились дополнительные адаптационные занятия в объеме 40 часов по элементарной математике и по школьному курсу физики.

В настоящее время по всем разделам учебной дисциплины «Высшая математика», которая изучается в Военной академии 3 семестра, широко осуществляется компьютерное тестирование: тесты используются при самоподготовке курсантов, при допуске к выполнению лабораторных работ, для приема зачетов и экзаменов. Применение дидактических тестов казалось весьма полезным и важным при обучении высшей математике и физике иностранных военнослужащих, так как позволило объективно оценивать качество подготовки курсантов в условиях имеющегося языкового барьера в общении с педагогами [2].

В программу по физике также был внесен письменный зачет по основным разделам дисциплины, для которого были разработаны компьютерные тесты нескольких типов. Кроме того, были составлены тесты для допуска курсантов к выполнению лабораторных работ и для защиты отчетов по ним [3].

Компьютерное тестирование в различных своих формах позволяет Военной академии успешно вести довузовскую подготовку абитуриентов по элементарной математике и физике. Она осуществляется в форме разработки и проведения заочных контрольных тестов в военно-патриотических классах и на очных подготовительных курсах при Военной академии.

Рейтинг любого вуза, в том числе и Военной академии, определяется качеством образования, которое получают выпускники в стенах высшего учебного заведения, а оно, в свою очередь, зависит напрямую и от структуры, и от научно-методического уровня преподавания изучаемых дисциплин. Поэтому одной из самых важных задач любого вуза является внедрение новых эффективных технологий и в образовательный процесс, и в процесс контроля знаний. Выпускники такого вуза всегда будут востребованы в сфере своей профессиональной деятельности, так как обладают прочными теоретическими знаниями и, что особенно важно, способны применить эти знания на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулович, Н. И. «Сравнительный анализ учебных программ по физике и качества контроля знаний в системе «школа – вуз» / Н. И. Акулович, Е. Л. Карпович, О. Д. Мойсей // Высшая военная школа: проблема и перспективы: Материалы IX Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 29–30 апр. 2008. – Ч. 2. – С. 76.

2. Душеина, Л. В. Когнитивный подход в обучении высшей математике при подготовке иностранных специалистов / Л. В. Душеина, П. А. Подкопаев // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам : материалы V Междунар. науч. – практ. интернет-конф., Мозырь, 26-29 марта 2013 г. – Мозырь, 2013. – С. 19–20.

3. Хвалько, В. В. Компьютерный коллоквиум допуска и защиты отчетов по лабораторным работам по физике [Текст] / Хвалько В. В., Шабуна Ю. А. // Сб. науч. статей курсантов учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь». – № 14, 25 авг. 2016 г. – С. 54–56.

Н. Н. ЕГОРОВ

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ

В Республике Беларусь взят курс на формирование цифровой экономики. Государственной программой развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы в числе основных рисков ее реализации названы «сокращение объема финансирования...» и «неудовлетворительное состояние кадрового обеспечения заказчика в области информатизации» [1].

Названные причины нашли свое отражение также в Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 года [2]. В настоящее время в подавляющем большинстве учреждений образования компьютерная техника используется для преподавания дисциплин информационного цикла. В учреждениях общего среднего образования только «77 % педагогических работников (без учета учителей информатики) учреждений общего среднего образования используют или готовы использовать ИКТ в своей профессиональной деятельности» [2]. В высшей педагогической школе Республики, несмотря на внешне хорошую обеспеченность компьютерной техникой, информационные технологии в основном используются в преподавании на специализированных кафедрах и/или при подготовке к занятиям и в научно-исследовательской работе.

Информационно-коммуникационные технологии позволяют по новому организовать учебный процесс – в рамках отводимого учебными планами времени можно решать исследовательские проблемы [3] за счет избавления от рутинных однотипных вычислительных процедур [4].

Подготовка будущего высококвалифицированного специалиста, владеющего современной вычислительной техникой и информационными технологиями в предметной области, требует использования компьютеров всеми преподавателями на большинстве занятий. В данной работе рассмотрим графическое решение задач кинематики. В последние годы графическому подходу уделяется все меньше внимания, хотя именно такой простой подход позволяет не только решить конкретную задачу, но и сформировать кругозор и исследовательские навыки.

Для начала предлагаем рассмотреть несколько простейших жизненных ситуаций.

Задача 1. Папа приехал проведать своих детей, отправленных к матери в деревню на лето. От дома до остановки автобуса по лесной тропинке 5 км. Поэтому за 1,1 ч до отправления автобуса сын вышел из дома, а через 30 мин мама обнаружила, что сын забыл телефон, и отправила вдогонку внука на велосипеде. Получит ли забытую вещь сын, если он идет со скоростью 5 км/ч, а внук на велосипеде едет со скоростью 12 км/ч.

Простые манипуляции позволяют получить рисунок 1.

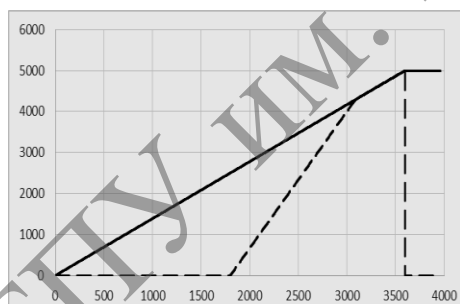


Рисунок 1

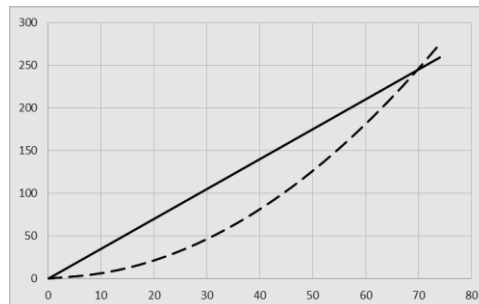


Рисунок 2

Задача 2. В парке мальчик катался на самокате. В какой-то момент времени мимо него пробежал физкультурник и через 5 секунд мальчик решает попытаться догнать (или перегнать) бегуна. Скорость бегуна постоянна и равна 3,5 м/с, мальчик ехал со скоростью 0,5 м/с, а начав «играть в догонялки» стал двигаться с ускорением 0,1 м/с². Оценить время, за которое мальчику удастся догнать физкультурника.

Использование элементарных формул кинематики позволяет построить рисунок 2.

Не менее интересен вопрос о траектории движения планет Солнечной системы. Все выпускники средней школы знают законы Кеплера и Гелиоцентрическую систему. Однако видимое движение планет для нас происходит в Геоцентрической системе. Сегодня (в условиях «астрономических скачков» в школьных планах) многие даже не знают о наблюдаемом движении планет. Графическое решение данной задачи в любом математическом пакете позволяет объяснить результаты наблюдения древних звездочетов (Кстати, как им это удавалось с учетом ныне известных параметров планет Солнечной системы?).

Используя принцип относительности Галилея, достаточно просто получить ниже приведенные траектории Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна в Геоцентрической системе рисунок 3.

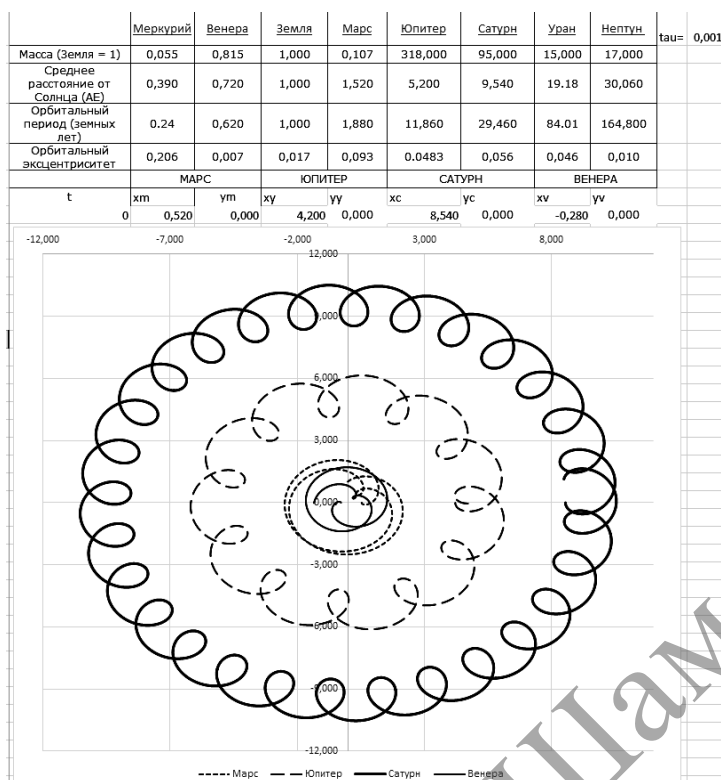


Рисунок 3

Для наглядности время для каждой из планет выбрано близким к периоду ее обращения вокруг Солнца. Другие параметры орбит взяты из справочников по астрономии. При наличии навыков можно учесть эллиптичность орбит, что в приведенном примере не учитывалось.

Рассмотренные задачи показывают, что с помощью электронных таблиц можно не только проводить простейшие математические расчеты, но и проводить графический анализ решения. Время, освобожденное при использовании электронных таблиц, можно использовать для анализа ситуаций и проведения исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23.03.2016, № 235 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600235>. – Дата доступа: 20.02.2020.
2. Концепция информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 года [Электронный ресурс] // М-во образования Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://edu.gov.by/statistics/informatizatsiya-obrazovaniya/>. – Дата доступа: 15.03.2020.
3. Егоров, Н. Н. Компьютерное моделирование и исследовательские задачи по физике / Н. Н. Егоров // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XI Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 28–29 марта 2019 г. / редкол.: Т. В. Карпинская (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2019. – С. 24–26.
4. Егоров, Н. Н. Решение задач в электронных таблицах / Н. Н. Егоров // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам : материалы X Юбилейной Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 27–30 марта 2018 г. / редкол.: Е. М. Овсюк (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2018. – С. 14–15.

И. С. ЗЕЙЛИКОВИЧ¹, Н. В. МАТЕЦКИЙ¹, А. В. НИКИТИН¹, В. Н. ХИЛЬМАНОВИЧ²

¹УО ГрГУ им. Я. Купалы (г. Гродно, Беларусь)

²УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

НАТУРНЫЙ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Эксперимент – метод познания, когда в контролируемых условиях исследуются явления действительности. Экспериментальные исследования ведутся во всех областях науки и техники. Цель этих экспериментов – либо установить новые факты об исследуемом явлении, либо сравнить влияния различных условий на рассматриваемый процесс. Физика-наука пользуется неразрывно связанными между собой экспериментальными и теоретическими методами исследования. Процесс научного

познания носит циклический характер: от исходных экспериментальных фактов к гипотезе, от неё – к теоретическим выводам и далее – к их экспериментальной проверке и практическому применению. **Эксперимент** – это метод изучения объектов и явлений, при котором изучаемые объекты ставятся в специальные, созданные экспериментатором, контролируемые и управляемые условия. Необходимо понимать, что конечную оценку эксперименту дает субъект и только в его силах оценить корректность постановки эксперимента и границы трактовки результатов. Фон Нейман говорил, что должна быть возможность так описать в действительности физический процесс субъективного восприятия, как если бы он был в физическом мире.

Чтобы наблюдать явление электромагнитной индукции в чистом виде, следовало бы экспериментировать с однородными полями. Если же магнитное поле неоднородно, то существенную роль играет изменение поля в процессе движения проводника. Однако отделить влияние одного механизма индукции (изменение поля) от другого (относительное движение), конечно, нет возможности. В мысленных опытах и в задачах, как правило, рассматриваются однородные магнитные поля, поэтому механизм явления выступает однозначно. Мы будем иметь в виду однородное магнитное поле.

Не затрагивая всех вопросов методики изложения явления электромагнитной индукции в движущихся проводниках, остановимся лишь на некоторых, весьма существенных для понимания явлений вопросах. Демонстрируя возникновение индукционного тока в проводнике, движущемся относительно магнита, рассмотрим опыт, считая магнитное поле однородным. Объяснение сведется к применению магнитного компонента силы Лоренца к электронам проводимости проводника. Таким образом, хотя и в этом случае применим закон Фарадея, физическое содержание явления оказывается совсем другим: в системе отсчета «магнит» индуцированное электрическое поле при движении проводника не возникает. Применение закона Фарадея к случаю движения проводника в постоянном магнитном поле вызывает затруднения. Перейдем теперь к опытам, в которых проводник остается неподвижным, а магнит движется. В этом случае явления рассматриваются в системе отсчета «проводник». Если к проволочной катушке приближать полосовой магнит, то в связи с неоднородностью магнитного поля проводник действительно попадает в изменяющееся магнитное поле и в нем возникает индуцированное электрическое поле, вызывающее электрический ток. В этом случае необходимо предположить, что в проводнике существует электрическое поле. Появление тока в неподвижном проводнике доказывает это.

Таким образом, явление электромагнитной индукции можно использовать как экспериментальную базу для вывода о том, что в системе отсчета, относительно которой движется магнит, обнаруживается не только магнитное, но и электрическое поле, т.е. электромагнитное поле. Другими словами, электрическое поле, как и магнитное, относительно. Полное обоснование этим выводам дала теория относительности.

Для изучения количественных характеристик явления электромагнитной индукции используется установка, представленная на рисунке 1.

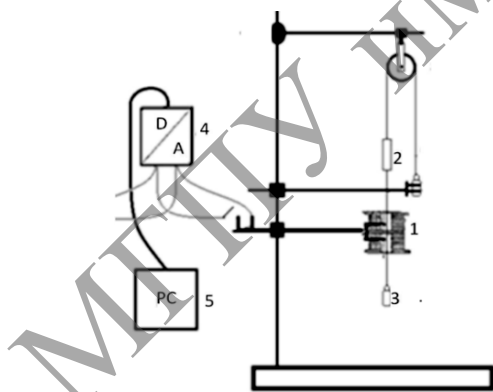


Рисунок 1. – Принципиальная схема установки.

1 – катушка, 2 – магнит, 3 – набор грузов,
4 – аналого-цифровой преобразователь,
5 – компьютер

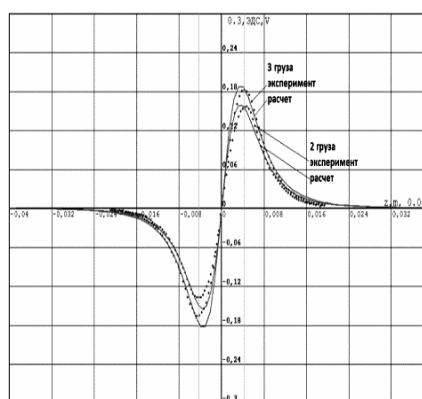


Рисунок 2. – Графики зависимости ЭДС индукции от z координаты для двух скоростей движения груза.

2 груза – 100 г, 3 груза – 150 г, N = 40 витков, высота 11,5 см

При движении магнита вдоль оси катушки в катушке возникает ЭДС индукции, которая изменяется как функция расстояния от плоскости катушки. Мы рассматриваем магнит как идеальный диполь. Катушка состоит из обмоток с различным числом витков. Скорость магнита определяется с помощью оптопары. Зависимость ЭДС индукции от времени выводится на дисплей компьютера. Индукция магнитного поля магнита измеряется при помощи датчика Холла, входящего в состав цифровой лаборатории.

На основе рассмотренной выше теоретически электромагнитной модели совместно с уравнениями движения нами построена компьютерная модель [1]. Интерфейс программы обеспечивает варьирование геометрических, динамических и магнитных параметров установки. На предварительной стадии (до проведения натурального эксперимента) вычислительный эксперимент позволяет подобрать диапазон параметров проведения натурального эксперимента, увидеть характер зависимостей параметров процесса.

С помощью установки можно определить дипольный момент магнита, исследовать зависимость ЭДС-индукции от числа витков в катушке, исследовать зависимость ЭДС-индукции от скорости пролета магнита через катушку. На рисунке 2, например, представлены графики зависимости ЭДС-индукции от координаты для двух скоростей движения груза. В опытах необходимая скорость достигалась выбором грузов различной массы. На рисунке 7 приведены фазовые диаграммы (ЭДС- z) для двух разных скоростей пролета магнита через катушку. Магнит с магнитным моментом 0.7 Ам^2 , массой 17 г , прикрепленный к грузу массой 100 г или грузу массой 150 г , пролетает с разными скоростями через катушку с числом витков $N = 40$. На рисунке экспериментальные данные представлены точками, а расчетные – сплошными линиями. Получено хорошее соответствие (как качественное, так и количественное) натурального и вычислительного экспериментов.

Заключение. Разработаны экспериментальная установка и компьютерная модель для исследования явления электромагнитной индукции при относительном движении магнита и катушки. Выполнено сравнение данных эксперимента и расчетных данных. Натурный и вычислительный эксперименты дают адекватные результаты. Явление электромагнитной индукции исследуется на примере относительного движения постоянного магнита и катушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Явление электромагнитной индукции и его применение в лабораторном практикуме / И. С. Зейликович [и др.] // Физическое образование в вузах. – 2018. – Т. 24, № 4. – С. 122–136.

Ж. В. ИВАНОВА, Т. Л. СУРИН

УО ВГУ им. П. М. Машерова (г. Витебск, Беларусь)

О МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ», «СОВРЕМЕННЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА»

Факультет математики и информационных технологий ВГУ им. П. М. Машерова готовит специалистов в области информационных технологий по специальностям «Прикладная математика», «Прикладная информатика», «Программное обеспечение информационных технологий», «Компьютерная безопасность». Кроме того, на факультете готовят специалистов по двум педагогическим специальностям: «Математика и информатика», «Физика».

Как для будущих программистов, так и для будущих преподавателей математики, информатики и физики особенно важна фундаментальная математическая подготовка, составной частью которой являются такие дисциплины, как математический анализ, дополнительные главы математического анализа. Они служат основой для изучения других дисциплин. Кроме того, многие понятия математического анализа рассматриваются в школьном курсе математики, а также используются для решения прикладных задач.

Однако эти предметы являются одними из наиболее сложных. Это объясняется тем, что математическая подготовка поступающих в вузы становится все более слабой. Студенты первого и второго курсов, где преподаются данные дисциплины, особенно студенты-первокурсники, не владеют навыками изучения и запоминания достаточно большого объема теоретического материала, не умеют критически относиться к полученной информации, выделять существенное.

Поэтому задача преподавателя – организовать процесс обучения таким образом, чтобы помочь студентам преодолеть возникшие трудности. Важно, чтобы учащиеся не просто получали необходимые теоретические сведения, но и развивали умения и навыки, необходимые для дальнейшей учебной и будущей профессиональной деятельности. Например, умение работать с учебной и методической литературой по предмету, умение находить и обрабатывать необходимую информацию, способность к самообразованию. Данные навыки являются актуальными также потому, что при переходе к четырехлетнему сроку обучения произошло существенное сокращение часов, отводимых на изучение фундаментальных дисциплин, в том числе и часов, отводимых на изучение математического анализа. Возрос процент материала, отводимого на самостоятельное изучение. Кроме того, использование учебно-методической литературы, электронных ресурсов необходимо при подготовке к практическим занятиям, зачетам и экзаменам, при написании курсовых и дипломных работ.

Преподавание курсов «Математический анализ» и «Дополнительные главы математического анализа» строится таким образом, чтобы стимулировать студентов пользоваться не только конспектом лекций, но и дополнительными источниками информации. Кроме самостоятельного изучения тем, которые не рассматривались на лекциях, в рамках контролируемой самостоятельной работы даются задания качественного характера, прикладные задачи.

Все это требует надлежащего учебно-методического обеспечения процесса обучения (учебниками, учебно-методическими пособиями, электронными материалами, справочниками).

В связи с этим в ВГУ имени П. М. Машерова для методического обеспечения процесса преподавания математического анализа и дополнительных глав математического анализа изданы методические пособия по всем разделам данных дисциплин, состоящие из курсов лекций и сборников практических заданий. Так, например, по разделам «Ряды», «Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля» изданы пособия [1]–[3].

Наличие курса лекций у студентов во время занятий позволяет преподавателю не задумываться над тем, успеют ли студенты законспектировать изучаемый материал, а значит, больше внимания уделять качественной стороне преподавания, останавливаться на наиболее важных моментах, приводить больше интересных примеров. Появляется время для создания проблемных ситуаций, диалога между преподавателем и студентом.

Для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы студентов изданы сборники практических заданий, которые обычно состоят из трех частей. При подготовке к практическому занятию по новой теме студент, прежде всего, должен проработать первые две из них. Это позволит ему успешно справляться с заданиями, рассматриваемыми на практическом занятии, и делать работу на занятии более плодотворной. В первой части – «Контрольные вопросы и задания» – содержатся вопросы теоретического характера. Вопросы подобраны таким образом, чтобы охватить весь изучаемый материал и в то же время суметь выделить главное. Здесь же часто приводятся задания, позволяющие более глубоко разобраться с теоретическим материалом. Во второй части – «Примеры решения задач» – разобраны наиболее типичные примеры, которые будут рассматриваться на занятии. Третья часть – «Практические задания» – содержит задания для аудиторной и домашней работы, а также задачи для самостоятельной работы. Здесь обычно содержатся задания разных уровней, начиная с самых простых, стандартных и заканчивая заданиями, требующими серьезных теоретических знаний и умений применить эти знания. В конце пособия приводятся задания для самостоятельной работы.

Кроме традиционных учебных изданий, в процессе преподавания широко используются учебные пособия в электронном виде. Созданы электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК) по математическому анализу и дополнительным главам математического анализа. ЭУМК размещены в системе дистанционного обучения Moodle (sdo.vsu.by), что позволяет получить доступ к электронным учебным материалам с любых устройств, подключенных к сети интернет. ЭУМК включают в себя учебную программу, электронный курс лекций, задания для практических занятий и самостоятельной работы, тесты по основным разделам дисциплины, вопросы к экзаменам.

Электронный курс лекций призван помочь студентам ликвидировать пробелы в знаниях, изучить темы, отведенные на самостоятельное рассмотрение, повторить пройденный материал. Особенно важен такой электронный учебник для студентов заочного отделения. Одним из преимуществ электронного конспекта лекций является то, что преподаватель имеет возможность его редактировать, в зависимости от целей, которые стоят перед ним в учебном году, и методики подачи материала.

Организовать оперативный контроль усвоения изучаемого материала позволяет компьютерное тестирование. Часто компьютерное тестирование применяется в тренировочном режиме после прохождения определенной темы, перед написанием контрольной работы, в конце семестра. Такое тестирование побуждает студентов повторить пройденный материал, отработать навыки решения задач, что дает возможность лучше подготовиться к контрольной работе, экзамену.

Наличие учебно-методических материалов на бумажном носителе, а также учебных электронных ресурсов дает возможность студентам выбрать наиболее удобный с их точки зрения способ самоподготовки. Кроме того, сочетание различных возможностей СДО Moodle с традиционными методами организации учебного процесса позволяет сделать его более продуктивным, творческим, повысить заинтересованность студентов в результатах своей деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, Ж. В. Математический анализ. Ряды. Криволинейные интегралы / Ж. В. Иванова, Т. Л. Сурин, С. В. Шерегов. – Витебск : УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2009. – 63 с.
2. Иванова, Ж. В. Поверхностные интегралы. Элементы теории поля / Ж. В. Иванова, Т. Л. Сурин, С. В. Шерегов. – Витебск : УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2013. – 50 с.
3. Сурин, Т. Л. Сборник практических заданий по дополнительным главам математического анализа. Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля. Ряды Фурье / Т. Л. Сурин, Ж. В. Иванова, С. В. Шерегов. – Витебск : УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2015. – 50 с.

И. А. ИВАЩЕНКО
УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

Основа лабораторной базы кафедры физики Военной академии РБ была заложена в 70–80 годы прошлого века (в то время МВИЗРУ). Активная работа коллектива кафедры в этом направлении позволила создать информативные, интересные лабораторные работы [1]. Было создано более 30 лабораторных установок в количестве, достаточном для проведения лабораторных работ наиболее эффективным фронтальным методом.

Но к началу века нынешнего (2005–2010 гг.) используемая элементная база устарела, сбои в работе установок и выходы их из строя во время занятий существенно снижали качество образовательного процесса. Требовалась кардинальная модернизация лабораторного комплекса, что было реализовано при участии РУП «УНПЦ ТЕХНОлаб» (г. Гродно), и позволило, сохранив все достоинства и информативность разработанных ранее на кафедре физики лабораторных установок, существенно обновить их с использованием современных информационных технологий, оснастить компьютерным оборудованием, создать единый лабораторный комплекс.

В ходе модернизации лабораторного комплекса решен ряд задач:

1) сформирован оптимальный по составу и количеству комплект лабораторных работ, позволяющих в ходе эксперимента и теоретической проработки изучить и закрепить знания по наиболее значимым с прикладной точки зрения для будущих военных специалистов темам курса физики.

В частности, в лабораторных работах отражены такие темы и вопросы, как физические характеристики и законы вращательного движения; свойства гироскопов; явления переноса; характеристики и свойства электрического и магнитного полей; электрические и магнитные свойства веществ; вынужденные колебания, явление резонанса; эффект Доплера; явления интерференции и дифракции; свойства полупроводников и др.

Таким образом, наиболее важные и основополагающие темы и вопросы изучаемого курса физики находят отражение в выполняемом на кафедре лабораторном практикуме;

2) техническое переоснащение лаборатории. Модернизированный лабораторный комплекс включает: учебно-лабораторное оборудование с современной элементной базой; датчики физических величин, сопряженные с персональным компьютером с помощью измерительно-управляющего комплекса «Технолаб»; специальное программное обеспечение.

Одним из достоинств разработанного лабораторного комплекса является использование реальных (не виртуальных) физических установок и оснащение современными компьютерными средствами измерений, обработки и анализа результатов эксперимента, а в результате – повышение точности, упрощение методики проведения эксперимента, повышение эффективности использования учебного времени. Это, в свою очередь, открыло возможность больше времени уделить обсуждению результатов эксперимента, провести контроль теоретической подготовленности курсантов к выполнению лабораторной работы; расширить рамки практических заданий и задач, решаемых в ходе проведения эксперимента;

3) разработаны и изданы пособия, предназначенные для подготовки и выполнения лабораторных работ [2–4], сохранившие главные традиционные для кафедры черты такого рода учебных материалов [1].

В пособиях приведены военно-прикладная значимость изучаемой темы, краткие теоретические данные по теме лабораторной работы, ее теоретически обоснованная модель, вывод расчетных формул, описание лабораторной установки, порядок выполнения и обработки результатов эксперимента, вопросы для формулировки выводов по лабораторной работе;

4) разработан и издан комплект методических материалов, обеспечивающих условия для эффективной самоподготовки к лабораторному занятию и рационального использования времени как в процессе самоподготовки, так и на самом занятии, а также индивидуализированный подход к выполнению курсантами лабораторных работ. Это практикумы «Рабочая тетрадь для лабораторных работ» [5–7], включающие индивидуальные макеты отчетов по каждой из лабораторных работ, учитывающие ее особенности, структуру и тематику.

Методика, положенная в основу «Рабочей тетради...», которой обеспечен каждый курсант, позволяет активизировать их самостоятельную работу по подготовке к лабораторным занятиям (отметим, что наличие обязательной самоподготовки в послеобеденное время является явным достоинством организации образовательного процесса в военном вузе), повысить их ответственность за результаты занятия и качество усвоения дисциплины; усилить контроль со стороны преподавателей над работой курсантов на всех этапах подготовки и проведения занятия;

5) разработан комплекс тестирующих компьютерных программ «Графарет» для коллоквиума по лабораторным работам как инструмент для контроля теоретических знаний и практических умений при допуске к работам и защите отчетов по ним. Задания коллоквиума позволяют оценить как знание качественной стороны изучаемых явлений и законов, так и умения решать практически важные задачи, производить вычисления, преобразовывать данные, единицы измерения, формулы. Выявленные пробелы в усвоении материала дадут возможность оперативно скорректировать планы и методику проведения занятий;

6) разработана технологическая документация функционирующего лабораторного комплекса (в рамках выполнения на кафедре НИР [8]) – технологические карты лабораторных работ, содержащая информация в которых (требуемые для эксплуатации технические характеристики и параметры установок, примерные воспроизводимые результаты работы и др.) позволит оперативно осуществлять подготовку (размещение, подключение, настройку) лабораторных установок к проведению занятий; обеспечить качественный процесс контроля над работой оборудования, его бесперебойное функционирование и техническое сопровождение; своевременно вносить изменения в технологическую документацию; осваивать в короткие сроки инженерно-техническим и профессорско-преподавательским составом кафедры методику контроля и руководства курсантами при выполнении ими лабораторных работ.

Итак, задачи, решенные в результате модернизации лабораторного комплекса, позволили существенно обновить техническое и методическое обеспечение образовательного процесса; улучшить методику проведения лабораторного практикума и выполнения обучающимися лабораторных работ; повысить эффективность контроля усвоения курсантами знаний по изучаемым разделам курса; обеспечить формирование у обучающихся необходимого уровня грамотности в области проведения исследований физических явлений и процессов с применением компьютерных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физика. Задания на лабораторные работы / под ред. В. В. Хвалько. – Минск : МО СССР, МВИЗРУ, 1989. – 312 с.
2. Физика. Ч. 1. Механика. Механические колебания и волны: практикум / Н. А. Белоусова [и др.] ; под ред. Н. И. Акулович, В. А. Липницкого. – Минск : ВА РБ, 2014. – 97 с.
3. Физика. Ч. 2. Статистическая физика. Электричество и магнетизм: практикум / Е. В. Беложенко [и др.] ; под ред. Н. И. Акулович. – Минск : ВА РБ, 2015. – 103 с.
4. Физика. Ч. 3. Электричество и магнетизм. Оптика: практикум / Е. В. Беложенко [и др.] ; под ред. Н. И. Акулович. – Минск : ВА РБ, 2015. – 138 с.
5. Физика. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Рабочая тетрадь для лабораторных работ: практикум / И. А. Иващенко, Н. Л. Черкас, Е. Л. Карпович ; под ред. И. А. Иващенко – Минск : ВА РБ, 2018. – 39 с.
6. Физика. Электричество и магнетизм. Рабочая тетрадь для лабораторных работ: практикум / И. А. Иващенко [и др.] ; под ред. И. А. Иващенко – Минск : ВА РБ, 2019. – 53 с.
7. Физика. Колебания и волны. Оптика. Рабочая тетрадь для лабораторных работ: практикум / И. А. Иващенко [и др.] ; под ред. И. А. Иващенко – Минск : ВА РБ, 2019. – 56 с.
8. Повышение эффективности проведения лабораторных занятий с курсантами инженерных специальностей на базе современных информационных технологий : отчет о НИР / науч. руков. И. А. Иващенко. – Минск : ВА РБ, 2019. – 171 с.

В. В. ИГНАТЕНКО

УО БГТУ (г. Минск, Беларусь)

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Одним из разделов программы по высшей математике в технических университетах является теория вероятностей. Теория вероятностей имеет широкое применение при решении многих технических задач, в теории надежности, теории массового обслуживания.

Поделится опытом преподавания теории вероятностей и теории массового обслуживания в Белорусском государственном технологическом университете для специальностей «Лесоинженерное дело» и «Теория деревообрабатывающих производств». Следует отметить тот факт, что на начальном этапе своего развития теория вероятностей не считалась разделом математики, а рассматривалась как некоторые приложения математики для решения различных прикладных задач. И только в первой половине XX века, с появлением теории измеримых функций, теория вероятностей стала самостоятельным разделом математики. Основоположителем современной теории вероятностей считается академик А. А. Колмогоров (1903–1981 гг.). Учитывая это и специфику предмета, возникают некоторые особенности при его преподавании. Если в классических разделах (дифференциальное и интегральное исчисления, алгебра и т. д.) речь идет о детерминированных понятиях, то в теории вероятностей, как правило, сталкиваются с неопределенностями. Поэтому очень важно, чтобы студент усвоил такие понятия, как достоверное, невозможное и случайное события, а также понятие «вероятности» как объективной возможности появления события. После этого студенты сами интуитивно вводят численную меру измерения вероятности. Беря вероятность невозможного события за ноль,

а достоверного равной 1, получают, что вероятность случайного события находится в пределах от [0; 1], что в последствии подтверждается из классического определения вероятности.

Поскольку в техническом университете в настоящее время на высшую математику отводится небольшое количество часов, то теория вероятностей излагается классическим способом. Здесь очень важно доступно объяснить классификацию случайных событий и построение пространства элементарных событий. Далее дается классическое определение вероятности и в дальнейшем материал излагается традиционно. Аксиоматический подход построения теории вероятностей упоминается только вскользь.

Можно говорить, что студент понимает теорию вероятностей лишь тогда, когда он умеет решать задачи по теории вероятностей. А этого можно добиться только через самостоятельную работу студента. Вот здесь и состоит вся трудность обучения. В БГТУ по теме «Теория вероятностей» для студентов издана рабочая тетрадь [1]. Рабочая тетрадь состоит из теоретической части и вариантов индивидуальных заданий. В теоретической части кратко изложены основные понятия, теоремы и формулы теории вероятностей, а также рассмотрен раздел «Комбинаторика», который не изучается ни в школе, ни на лекциях в университете. Кроме этого, приведены решения конкретных задач по каждой из тем.

Во второй части приведено 30 вариантов индивидуальных заданий. Каждый из вариантов содержит задачи на следующие темы: нахождение вероятности с использованием комбинаторики; задачи на теоремы сложения и умножения вероятностей; на формулу полной вероятности, с использованием формул Бернулли и Пуассона; локальную и интегральную теоремы Муавра-Лапласа; на дискретные и непрерывные случайные величины, а также задачи на нахождение числовых характеристик случайных величин, самостоятельно определить вид их закона распределения, если вид распределения заранее не указан.

В технических университетах, при построении математических моделей технологических процессов, работы технических систем и т. д. очень важную роль играет теория массового обслуживания. Поэтому нужно обязательно преподавать теорию массового обслуживания как приложение теории вероятностей. Мы ограничиваемся изучением теории массового обслуживания для случайных марковских процессов с непрерывным временем и дискретными состояниями, с получением финальных вероятностей системы.

В качестве примера построения и исследования стохастической модели рассмотрим «одномашинные лесопромышленные системы без запаса» [2]. Ряд лесопромышленных систем функционирует без запаса древесины. К ним могут относиться: сортировочные лесотранспортеры, окорочные станки, лесопильные рамы и другие.

Пусть лесопромышленная система состоит только из одного станка и к нему поступает на обработку пуассоновский поток предметов труда с интенсивностью λ_1 , зависящий, в общем случае, от времени $\lambda_1 = \lambda_1(t)$.

Обработка предмета труда осуществляется с изменяющейся продолжительностью цикла $t_ц$, распределенного по показательному закону с параметром $\mu_1 = \mu_1(t)$.

Система может находиться в следующих состояниях: S_0 - оборудование исправно и простаивает из-за отсутствия по организационным причинам; S_1 - оборудование осуществляет обработку предмета труда.

Обозначим вероятности состояния S_0 как $P_0(t)$, а S_1 как $P_1(t)$. Для любого времени функционирования системы t :

$$P_0(t) + P_1(t) = 1$$

Математическая модель функционирования системы представится как система дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = \lambda_1 P_0 + \mu_1 P_1 \\ \frac{dP_1}{dt} = -\mu_1 P_1 + \lambda_1 P_0 \end{cases}$$

В первое уравнение системы подставим вместо P_1 его выражение $P_1 = 1 - P_0$. При $\lambda_1 = \text{const}$ и при начальных условиях $P_0(0) = 1, P_1(0) = 0$ получим решение

$$P_0 = \frac{\mu_1}{\lambda_1 + \mu_1} + \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \mu_1} e^{-(\lambda_1 + \mu_1)t}$$

В начале работы машина свободна и $P_0 = 1$. По мере вступления в работу вероятность P_0 уменьшается и в пределе достигает значения $\mu_1 / (\lambda_1 + \mu_1)$. Вероятность работы машины соответственно растёт и достигает $\lambda_1 / (\lambda_1 + \mu_1)$.

В установившемся режиме эксплуатации ($t \rightarrow \infty$) при $\lambda \approx \text{const}, P_0 \approx \text{const}, P_1 \approx \text{const}$ расчётные формулы будут иметь вид:

$$P_0 = \frac{\mu_1}{\lambda_1 + \mu_1} \quad P_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \mu_1} \quad \lambda_1 = \frac{1}{t_n} \quad \mu_1 = \frac{1}{t_u},$$

где t_n – среднее значение времени между поступлениями предметов труда на обработку; t_u – средняя продолжительность цикла обработки предмета труда. Вероятность P_j представляет собой коэффициент использования рабочего времени машины.

Пример. Система раскряжёвки работает с циклом обработки $t_u=1$ мин. Интенсивность подачи можно изменять. Необходимо установить рациональную интенсивность подачи и цикл подачи хлыста. Интенсивность обработки составит $\mu_1=1$ хлыст/мин.

Зададимся различными значениями λ_1 . При интенсивности подачи 1 хлыст/мин вероятность работы системы составит 0,5. Начиная с $\lambda_1=5-6$, дальнейшее увеличение параметра существенно не повысит вероятность рабочего состояния. Рациональный цикл подачи хлыстов составит $t_n=1/\lambda_1=1/5=0,2$ мин. Полученное значение цикла подачи хлыста позволяет выбирать подающий механизм: растаскиватель, манипулятор или др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рабочая тетрадь для расчетно-графических работ по теме: «Теория вероятностей» / А. М. Волк, В. В. Игнатенко, И. Ф. Соловьева. – Минск : БГТУ, 2019. – 72 с.

2. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок : учеб. пособие для студентов спец. «Лесоинженерное дело» / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск : БГТУ, 2004. – 180 с.

С. В. ИГНАТОВИЧ, М. И. ЕФРЕМОВА

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ТЕСТИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Современное общество ставит перед педагогическими вузами первоочередной задачей подготовку высокообразованного, грамотного, творчески мыслящего педагога, обладающего, согласно требованию стандартов высшего образования, соответствующими академическими, социально-личностными и профессиональными компетенциями. При этом приоритет в работе педагога отдается диалогическим методам общения, совместным поискам истины, разнообразной творческой и исследовательской деятельности. Все это успешно реализуется при применении интерактивных методов обучения, одной из форм которых является тестирование.

Дисциплина «Математический анализ» относится к базовым дисциплинам математического и естественнонаучного цикла. Дифференциальное исчисление, изучаемое в рамках этой дисциплины, служит фундаментом не только для дальнейшего изучения математического анализа, но и для многих дисциплин: функционального анализа, дискретной математики, физики, дифференциальных уравнений и др. Поэтому освоение студентами техники дифференцирования имеет огромное значение для формирования профессиональных компетенций.

На занятиях по математическому анализу нами используются активные и интерактивные формы лекций и практических занятий, деловые игры, проекты, выполнение индивидуальных работ. Для проверки уровня сформированности компетенций, наряду с традиционными методами контроля знаний и умений студентов, в настоящее время особую актуальность приобрело тестирование. Например, при изучении по разделу «Дифференциальное исчисление функции нескольких действительной переменной» в курсе математического анализа очевидна важность знаний формул производных основных элементарных функций и правил дифференцирования. В связи с этим для повторения ранее пройденного мы, прежде чем перейти к решению задач по темам указанного раздела, предлагаем использовать тесты для проверки знаний раздела «Дифференциальное исчисление функции одной действительной переменной материала» [1].

Практика использования таких тестов показала, что их применение способствует как стимулированию студентов на повторение ранее пройденного материала по предмету, так и для проверки уровня умений и навыков, необходимых для решения практических задач. Студенты более ответственно подходят к подготовке к практическим занятиям, что повышает эффективность дальнейшего изучения материала.

Полная оценка степени освоения программ обучающимися включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую аттестацию. Введение тестирования на каждом из этапов оценки качества освоения образовательных программ, как показывает опыт преподавания, обеспечивает объективность процесса проверки усвоения компетенций.

Например, для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов физико-инженерного факультета УО МГПУ им. И. П. Шамякина при изучении дифференциального исчисления функции нескольких действительных переменных мы используем следующий тест.

Тест

Тема «Дифференциальное исчисление функции нескольких действительных переменных»

1. Найти частные производные первого порядка функции $z = x^3 + y^3 - xy^2$.

Ответы: а) $z'_x = 3x^2 - y^2$; $z'_y = 3y^2 - 2xy$; б) $z'_x = 3x^2$; $z'_y = 3y^2 - 2xy$; в) $z'_x = 3x^2 - y^2$; $z'_y = 3y^2 - y^2$; г) $z'_x = y^2$; $z'_y = 3y^2 - 2xy$.

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = \sin(xy) + x^2 + y^2$.

Ответы: а) $\frac{\partial z}{\partial x} = y\cos(xy) + 2x$, $\frac{\partial z}{\partial y} = x\cos(xy) + 2y$; б) $\frac{\partial z}{\partial x} = y\cos(xy)$, $\frac{\partial z}{\partial y} = x\cos(xy) + 2y$;

в) $\frac{\partial z}{\partial x} = y\cos(xy) + 2x$, $\frac{\partial z}{\partial y} = x\cos(xy)$; г) $\frac{\partial z}{\partial x} = y\cos(xy) + 2x$, $\frac{\partial z}{\partial y} = 2y$.

3. Найти частные производные первого порядка функции $z(x, y)$, если $z = e^{2x^2+y^2}$.

Ответы: а) $\frac{\partial z}{\partial x} = 4xe^{2x^2+y^2}$; $\frac{\partial z}{\partial y} = ye^{2x^2+y^2}$; б) $\frac{\partial z}{\partial x} = 4xe^{2x^2+y^2}$; $\frac{\partial z}{\partial y} = 2ye^{2x^2+y^2}$;

в) $\frac{\partial z}{\partial x} = xe^{2x^2+y^2}$; $\frac{\partial z}{\partial y} = ye^{2x^2+y^2}$; г) $\frac{\partial z}{\partial x} = e^{2x^2+y^2}$; $\frac{\partial z}{\partial y} = ye^{2x^2+y^2}$.

4. Найти частные производные первого порядка функции $z(x, y)$, заданной неявно уравнением $x^3 + y^3 + z^3 - 3xy = 4$.

Ответы: а) $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{yz-x}{z^2-xy}$, $\frac{\partial z}{\partial y} = \frac{xz-y}{z^2-xy}$; б) $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{yz-x^2}{z^2}$, $\frac{\partial z}{\partial y} = \frac{xz-y^2}{z^2-xy}$;

в) $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{yz-x^2}{z^2-xy}$, $\frac{\partial z}{\partial y} = \frac{xz-y^2}{z^2}$; г) $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{yz-x^2}{z^2-xy}$, $\frac{\partial z}{\partial y} = \frac{xz-y^2}{z^2-xy}$.

5. Найти y'_x функции, заданной неявно уравнением $y - x - \arctg y = 0$.

Ответы: а) $\frac{1}{x^2} + 1$; б) $\frac{1}{x^2}$; в) $\frac{1}{x^2} - 1$; г) $\frac{1}{x} + 1$.

6. Найти полный дифференциал функции $z = \ln(y^2 - e^x)$.

Ответы: а) $dz = \frac{-e^x}{y^2-e^x} dx + \frac{2y}{y^2-e^x} dy$; б) $dz = \frac{1}{y^2-e^x} dx + \frac{2y}{y^2-e^x} dy$; в) $dz = \frac{-e^x}{y^2-e^x} dx + \frac{1}{y^2-e^x} dy$;

г) $dz = \frac{-e^x}{y^2-e^x} dx + \frac{2}{y^2-e^x} dy$.

7. Найти $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, если $z = e^{2x^2+y^2}$.

Ответы: а) $4e^{2x^2+y^2}(1+4x^2)$; б) $-4e^{2x^2+y^2}(1+4x^2)$; в) $e^{2x^2+y^2}(1+4x^2)$; г) $4e^{2x^2+y^2}(1-4x^2)$.

8. Найти $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$, если $z = 5x^3y^2 + e^x$.

Ответы: а) $20x^3$; б) $10x^3$; в) $10x^3 - 1$; г) $10x^3 + 1$.

9. Для функции $z = e^{2x^2+y^2}$ найти $\frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$.

Ответы: а) $4e^{2x^2+y^2}(1+4x^2)$; б) $-4e^{2x^2+y^2}(1+4x^2)$; в) $8xye^{2x^2+y^2}$; г) $4e^{2x^2+y^2}(1-4x^2)$.

10. Найти значение $\frac{\partial z}{\partial x}$ в точке (1;1) функции $z(x, y)$, если $z = \ln(4 - x^2 - y^2)$.

Ответы: а) $\frac{1}{8}$; б) 0; в) -1; г) $-\frac{7}{3}$.

Использование на занятиях таких тестов достаточно объективно, как показывает практика их применения, отражает имеющиеся пробелы в знаниях, умениях и навыках студентов. Преподаватель тем самым получает возможность вовремя откорректировать методику преподавания дисциплины с целью ликвидации недочетов. При этом много времени тестирование, как правило, не занимает, что является его преимуществом в сравнении с традиционными формами контроля знаний, умений и навыков студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремова, М. И. Тестирование при изучении математических дисциплин в рамках компетентного подхода / М. И. Ефремова, С. В. Игнатович // Физико-технические науки и образование: проблемы и перспективы исследований : сб. науч. тр. преподавателей физико-инженерного фак. / редкол.: Е. С. Астрейко (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2017. – С. 42–52.

И. Р. КАМОЛОВ, Ш. Г. ХАЙТОВА, М. Э. ОМОНБАЕВА, Ш. М. МАНСУРОВА
НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ОБУЧЕНИЕ АСТРОНОМИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ПЕДАГОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Одной из форм привлечения студентов к самостоятельной творческой деятельности является выполнение ими вычислительных работ, позволяющих углубить теоретические знания и применить их для решения практических задач. Такой метод обучения способствует реализации следующей цели: формировать у студентов необходимую систему знаний, навыков и обеспечить высокий уровень саморазвития, а также развитие способности к самообучению.

Приведем пример использования знаний по математике и физике при изучении курса астрономии. Выросшие из единой когда-то науки о природе – философии, астрономия, математика и физика никогда не теряли связи между собой. Как нам известно, математика, физика и их законы изучаются в образовательных учреждениях раньше, чем астрономия. Применение этих законов рассмотрим на примере изучения темы «Планета Юпитер» из курса астрономии.

Как нам известно, Солнце является центральным и самым массивным небесным телом Солнечной системы. В Солнечную систему входит 8 больших планет со своими естественными спутниками, которые вместе вращаются вокруг Солнца. Планета Юпитер – большая планета (самая близкая к Солнцу планета-гигант) Солнечной системы, которая находится на расстоянии 778,6 миллионов километров от Солнца [1, с. 119–121]. Зная расстояние между Солнцем и Юпитером, можно вычислить длину орбиты (пути) Юпитера, используя математические знания. Орбита планеты (эллипс) близка к окружности, а длина окружности вычисляется по формуле:

$$L_{\text{круг}} = 2\pi \cdot r = l_{\text{Юпитер}} = 6,28 \cdot 778600000 \text{ км} = 4889608000 \text{ км} = 5,2 \text{ а.е.}$$

Эксцентриситет орбиты Юпитера близок к нулю:

$$e = 0,049.$$

Ближайшая к Солнцу точка орбиты (перигелий) находится на расстоянии

$$q = a(1 - e) = 4,950 \text{ а.е.}$$

Наиболее удаленная от Солнца точка орбиты (афелий) находится на расстоянии

$$Q = a(1 + e) = 5,46 \text{ а.е.}$$

По своим размерам планета очень велика, ее диаметр и радиус равны

$$d_{\text{Юпитер}} = 142800 \text{ км}, r_{\text{Юпитер}} = 71400 \text{ км}.$$

Зная указанные выше параметры, можно вычислить объем и площадь поверхности планеты по формулам для объема шара и поверхности сферы:

$$V_{\text{Юпитер}} = \frac{4}{3}\pi R^3 = 4,18 \cdot (71400 \text{ км})^3 = 2,98 \cdot 10^{11} \text{ км}^3,$$

$$S_{\text{Юпитер}} = 4\pi R^2 = 12,56 \cdot (71400 \text{ км})^2 = 89,7 \cdot 10^8 \text{ км}^2.$$

Масса Юпитера примерно в 318 раз больше массы Земли:

$$m_{\text{Юпитер}} = 318 \cdot m_{\text{Земля}} = 318 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} = 1,908 \cdot 10^{27} \text{ кг}.$$

Когда масса и объем планеты известны, можно вычислить среднюю плотность Юпитера по формуле:

$$\rho_{\text{Юпитер}} = \frac{m}{V} = \frac{1,908 \cdot 10^{27} \text{ кг}}{2,98 \cdot 10^{11} \text{ м}^3} = 1330 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1,33 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

По своей средней плотности Юпитер занимает предпоследнее место, опережая только Сатурн. Масса и радиус планеты известны, далее по известным физическим законам можно определить ускорение свободного падения на планете:

$$g_{\text{Юпитер}} = G \frac{m_{\text{Юпитер}}}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{1,908 \cdot 10^{27} \text{ кг}}{(71400)^2 \text{ км}} = 24,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Период обращения Юпитера вокруг Солнца равен 11,86 земных лет (значит продолжительность года на планете почти 12 лет), а период вращения планеты вокруг своей оси равен

$$T_{\text{Юпитер}} = 9 \text{ часов } 50 \text{ минут } 30 \text{ секунд}.$$

По полученным данным можно определить орбитальную скорость движения Юпитера:

$$v_{\text{Юпитер}} = \frac{L_{\text{орбита}}}{T} = \frac{4885240000 \text{ км}}{12 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ с}} = 13,1 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Тогда, используя вычисленные величины, определим космические скорости на поверхности планеты (космические скорости для планет имеют разные значения, так как ускорения свободного падения и размеры планет неодинаковы) по следующим формулам:

$$v_I = \sqrt{gR} = \sqrt{24,8 \cdot 71400000} = 42580 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 43 \frac{\text{км}}{\text{с}},$$

$$v_{II} = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \cdot 24,8 \cdot 71400000} = 59517 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 59,51 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Последние исследования учёных показали, что Юпитер имеет очень плотную атмосферу, вследствие того что планета имеет наибольшую массу. В состав атмосферы входит молекулярный водород, гелий и метан, а также наблюдаются тучи аммиака [2, с. 113–115].

Как показала практика, межпредметная интеграция в рамках которой на основе познавательной деятельности создаются возможности для формирования конкурентоспособности молодых людей, успешно способствовала повышению теоретических и практических знаний студентов вуза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камолова, Д. И. Популярная астрономия / Д. И. Камолова. – Ташкент : Лидер Пресс, 2009. – С. 119–121.
2. Мамадазимов, М. Астрономия / М. Мамадазимов, Б. Ф. Избосаров, И. Р. Камолов. – Ташкент : Сано-стандарт, 2013. – С. 113–115.

А. Б. КАСИМОВ, А. О. ШИМЧУК

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

В условиях перспективной деятельности молодых ученых и развития научных центров не только вузы, но и отдельные кафедры внутри вуза вынуждены находиться в состоянии постоянной взаимной конкуренции, где преследуется главная цель – борьба за абитуриента, будущего студента. Как никогда ранее становится важным привлекательность педагогической специальности, наличие убедительных доказательств её востребованности на рынке труда, успешной адаптации выпускника на рабочем месте, открытие дальнейших перспектив его карьерного роста.

В настоящее время важнейшими составляющими факторами качественного учебного процесса являются наличие на кафедре прогрессивной лабораторной базы, которая будет соответствовать современным требованиям развития производства; активизация научной деятельности студентов должна сопровождаться полноценными учебно-методическими курсами. Изучив сложные экономические условия, мы считаем, что в процессе взаимодействия двух кафедр «Методика преподавания информатики» и «Английский язык и литература» на базе одной из них можно создать инновационные разработки, которые будут направлены на освоение студентами одновременно двух предметов – информатики и английского языка.

Инновационная технология обучения информатике на английском языке нацелена на удовлетворение требований современного работодателя. Развитию уровня научных исследований студентов будут способствовать приводящиеся каждый год внутрикафедральные научно-исследовательские и методические семинары. На этих семинарах студенты могут обсудить результаты своей работы, а затем поделиться ими на научных конференциях, посвященных инновационному развитию вуза.

Если раньше методикой обучения информатике интересовались исключительно студенты технического направления, то после организации научных конференций и семинаров между вузами проявится активный интерес и у студентов гуманитарных направлений.

Таким образом, формирование научно-исследовательского потенциала студентов, знающих иностранные языки, и в том числе востребованный сегодня английский, гарантирует, что такой специалист будет востребован на рынках труда в европейских странах.

Однако необходимо учесть, что сегодня для реализации такого «диалога кафедр» не все вузы мира имеют учебную литературу на своем родном языке. Например, в Республике Узбекистан, где некоторые технические термины, пришедшие из английского, немецкого, русского, французского языков, до конца не адаптированы и не переведены на родной, узбекский язык.

В связи с этим для организации обучения дисциплине «Преподавание информатики на английском языке» необходимо создать учебно-методическую базу, обеспечить необходимой литературой. Стоит учесть, что при условии освоения этой дисциплины деятельность будущего специалиста приобретает привлекательность не только в среде узбекских абитуриентов, но и становится более значимой и доступной для зарубежных абитуриентов, желающих получить образование в Республике Узбекистан.

Опыт показывает, что большинство выпускников педагогических вузов (за исключением лингвистических направлений) не владеют иностранным языком на уровне свободного общения и не способны применять его на практике в разрезе своей специальности. Как правило, знание языка ограничивается способностью читать и переводить со словарём.

Свою несостоятельность показали традиционные методики, когда человека, не владеющего разговорной английской речью, учили грамматике, чтению и переводам тысяч знаков. Примеров, когда наш выпускник, попадая за рубеж, мог не ответить на элементарные вопросы, можно приводить много. Объясняется это тем, что традиционная методика преподавания языка в стране ориентировалась на процесс, но при этом исключала возможность владения языком по-настоящему.

Отметим и недостаточный уровень владения английским языком преподавателями выпускающей кафедры методики преподавания информатики на английском языке, что выражается в неспособности свободного общения, ведения диалога, грамотной английской фразеологией при подготовке лекций и другого методического материала.

Поэтому возникает необходимость в интенсивной языковой подготовке на основе использования апробированных в мире методик, основанных на развитии способностей человека, прежде всего, думать на иностранном языке, используя специфическую и терминологическую лексику английского языка и английскую фразеологию.

Предпочтение отдаётся учебно-методическим центрам, которые зарекомендовали себя достигнутыми результатами в области лингвистической подготовки специалистов ведущих предприятий Навоийской области. Такая подготовка будет проходить на кафедре в период 2021–2024 учебных годов. Это будет официальным мероприятием, поскольку у участников этого «проекта» есть желание существенно повысить уровень владения английским языком. Однако уверенности в достижении уровня, достаточного для ведения учебного процесса на английском языке, пока нет. Тем не менее, обучение студентов на английском языке нами планируется начать и продолжить в течение 4-х лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Glendinning Eric H., McEwan John. Oxford English for Electronics, Oxford University Press, 2000. – 208 p.
2. Studying Telecommunications (Изучая телекоммуникации), Коллектив авторов. – Минск : БГУИР, 2002. – 61 с.

С. И. КЛИНЦЕВИЧ, И. М. БЕРТЕЛЬ, Е. Я. ЛУКАШИК

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Парадигма доказательной медицины (ДМ), принятая мировым сообществом в конце 80-х годов прошлого столетия, в настоящее время продолжает развиваться и совершенствоваться. Сегодня принципы ДМ используются практически на любом уровне принятия решений: от государственных национальных программ развития здравоохранения до назначения индивидуальной терапии. Основная идея ДМ – это применение в практике только тех методов диагностики и лечения, эффективность которых доказана результатами клинических исследований [1, 2]. Эффективность терапевтических и диагностических методик определяется строгими математическими методами. Поэтому одним из основных инструментов ДМ является статистический анализ и математическое моделирование. И если за последнее десятилетие в применении методов статистического анализа биомедицинских данных отечественная медицинская наука и практика вышли на мировой уровень, то математическое моделирование в медицинских исследованиях имеет более скромные результаты. Одной из причин тому является недостаточная математическая подготовка нынешних студентов медицинских вузов. Классические методы высшей математики и статистического анализа, успешно изучавшиеся в медицинских вузах прошлого столетия, сегодня рассматриваются поверхностно и фрагментарно. С другой стороны, у сегодняшнего студента имеется гораздо больше возможностей для освоения и применения математических методов не только в теории, но и на практике. Кроме того, «цифровое» поколение студентов психологически подготовлено к работе с компьютерными системами и абстрактными моделями.

Одной из задач курса медицинской и биологической физики, изучающегося в медицинских вузах, является обучение основам математического моделирования. Традиционно данная задача решалась путём рассмотрения примеров удачных классических моделей (например, динамические модели изменения популяций в системе «хищник-жертва», модели кровообращения, модели фармакокинетики лекарственных веществ в организме и др.). Причём, как правило, изучение математических моделей велось на уровне создания логических схем и их математического описания в виде систем уравнений различной сложности, многие из которых не имеют аналитического решения [3, 4]. Такой подход имел существенные недостатки. Одним из таких недостатков являлось то, что рассматривалась не динамическая компьютерная, а статическая «бумажная» модель. Очевидно, что такое обучение математическому моделированию было неэффективным, так как в процессе изучения напрочь отсутствовал важный этап имитационного моделирования явления, когда варьируются и оптимизируются параметры модели, проигрываются различные сценарии и осуществляется прогнозирование.

Современное состояние информатизации общества позволяет нам преодолеть отмеченные выше недостатки и осуществить изучение математических моделей на уровне их компьютерных реализаций. Наличие программных пакетов математической алгебры с дружественным пользовательским интерфейсом (MathCad, MatLab и др.) и компьютерной техники дает возможность проводить обучение основам моделирования студентов медицинских вузов на более высоком компьютерном уровне.

В качестве программной платформы для обучения нами выбран пакет автоматизированного математического проектирования MathCad корпорации PTC (Parametric Technology Corporation). Выбор платформы MathCad был продиктован тем, что в пакете реализованы следующие, важные, на наш взгляд, для обучения принципы: 1) What You See Is What You Get – «что видишь, то и получаешь»; 2) запись математических уравнений осуществляется графически (подобно тому, как мы записываем их ручкой на бумаге, а не на алгоритмическом языке); 3) в среде пакета легко осуществить визуализацию полученных результатов.

В среде MathCad нами были разработаны математические модели: 1) модель электрогенеза клеточных биопотенциалов; 2) модель распространения инфекционных заболеваний; 3) модель пролиферации онкологических опухолей; 4) модель температурной зависимости теплоёмкости материалов; 5) модели расчёта потенциалов межмолекулярного взаимодействия; 6) модели расчёта второго вириального коэффициента; 7) модель импеданса биологических тканей и многие другие.

Учебные модели исследуются студентами первого курса во время аудиторных занятий или внеаудиторно в рамках управляемой самостоятельной работы студентов. Изучение математической модели представляет собой исследовательский процесс, который включает следующие этапы: 1) краткое изучение теории, относящейся к модели; 2) постановку задачи на разработку математической модели; 3) математическую формулировку задачи; 4) выбор метода (методов) решения; 5) выбор инструментального средства для моделирования; 6) разработку алгоритма численного решения математической задачи; 7) верификацию модели (расчёты по эталонным данным); 8) расчёты модели с использованием индивидуальных вариантов заданий; 9) интерпретацию и анализ полученных решений; 10) оформление отчёта и формулировку выводов по изучаемой модели.

Проекты математических моделей оформлены в виде лабораторных работ с текстовой документацией по модели, набором вариантов индивидуальных заданий, бланков отчётов для оформления результатов численного моделирования, образцов отчётов, выполненных кафедральным виртуальным исследователем. Кроме того, имеется набор видеофайлов, демонстрирующих конкретные приёмы работы в среде MathCad по созданию интерактивного документа, в котором реализован алгоритм задачи. Задания на лабораторные работы и результаты их выполнения размещаются на образовательной платформе Moodle УО ГрГМУ [5].

Инновационность подхода заключается в следующем: 1) для математического моделирования используется пакет MathCad, который является оптимальным для обучения студентов-медиков; 2) применяется образовательная среда Moodle, позволяющая гибко управлять процессом обучения; 3) применяются индивидуальные варианты заданий, повышающие роль самостоятельности в обучении; 4) создаётся возможность технологического проецирования методик на аудиторные, дистанционные и гибридные занятия; 5) в обучении используются современные тьюторские технологии.

Практический опыт применения рассмотренной выше методики показал её достаточно высокую эффективность по сравнению с традиционной «бескомпьютерной» моделью обучения. Кроме того, в обучение привносится исследовательский элемент, тем самым повышается мотивированность со стороны студентов к изучению математического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы доказательной медицины: Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей / Под общей редакцией ак. РАМН, проф. Р. Г. Оганова. – М. : Силица-Полиграф, 2010. – 136 с.

2. Доказательная медицина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Доказательная_медицина. – Дата доступа: 27.01.2020.

3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник для мед. спец. вузов. 2-е изд. испр. / А. Н. Ремизов. – М. : Высш. шк., 1996. – 608 с.

4. Омельченко, В. П. Медицинская информатика : учебник / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 528 с.

5. Клинецвич, С. И. Формирование электронного обучающего контента для дистанционного обучения с использованием среды Moodle / С. И. Клинецвич, И. М. Бертель, В. Н. Хильманович // Перспективы развития высшей школы : материалы X Междунар. научн.-метод. конф. / редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 268–270.

Н. А. КОНДРАТЬЕВА, М. А. ГУНДИНА

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОЗДАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Одной из важнейших задач современной системы образования является повышение уровня знаний учащихся, формирование благоприятных условий учебного процесса. Для выполнения этих задач необходимо использование новых форм обучения, изменение существующих методов и средств, учитывая использование возможностей информационных технологий. Также происходят изменения в подходах к чтению математических дисциплин. Появляются возможности провести интерактивные занятия, он-лайн лекции, применять новейшие разработки, с привлечением возможностей информационных технологий.

Большую пользу в преподавании математики несут дидактические средства, которые являются необходимым элементом для управления качеством математической подготовки студентов технического университета.

Современные технические средства значительно расширяют возможности преподавателя по изложению материала, особенно в таких разделах, как аналитическая геометрия; физические приложения интегрального исчисления, теория вероятности и статистики и др. Это позволяет сделать материал более доступным, обеспечивает точное воспроизведение информации.

На наш взгляд, вся система контроля знаний студентов должна планироваться таким образом, чтобы охватывать все обязательные разделы соответствующих дисциплин. Предполагается, что контроль должен быть направлен на оценку уровня усвоения материала; на уровень сформированных умений; на уровень приобретенных профессиональных компетенций [1]. Одним из основных достоинств тестирования является минимум временных затрат на получение надежных итогов контроля. При тестировании используют как бумажные, так и электронные варианты. Последние особенно привлекательны, так как позволяют получить результаты практически сразу по завершении теста.

Нами разработан алгоритм автоматического создания теста по теме «Неопределенный интеграл» для оценки уровня первичного закрепления материала. Для реализации была использована система Mathematica. В переменной f1 будет отображаться массив подынтегральных функций, нахождение интеграла от которых требует непосредственного интегрирования (рисунке 1).

```
In[1]:= n = 30
Out[1]:= 30

In[2]:= f1 = Table [x^RandomInteger [5] + x^-Round [RandomReal [5] 10] / 20 +
таблица значений
RandomInteger [10] + RandomInteger [10] x, {i, n}];
```

Рисунок 1. – Задание функции f1

Результат применения этой функции представлен на рисунке 2. В первом столбце автоматически выводится номер варианта, во втором столбце генерируется случайным образом подынтегральная функция, третий столбец выводит ответ к задаче.

№ Варианта	Подынтегральная функция	Ответ
1	$4 + \frac{1}{x^{13/10}} + 9x + x^5$	$-\frac{10}{3x^{3/10}} + 4x + \frac{9x^2}{2} + \frac{x^6}{6} + C_1$
2	$11 + \frac{1}{x^{7/20}} + 10x$	$\frac{20x^{13/20}}{13} + 11x + 5x^2 + C_1$
3	$7 + \frac{1}{x^{12/5}} + 8x$	$-\frac{5}{7x^{7/5}} + 7x + 4x^2 + C_1$
4	$6 + \frac{1}{x^{3/2}} + 3x + x^4$	$-\frac{2}{\sqrt{x}} + 6x + \frac{3x^2}{2} + \frac{x^5}{5} + C_1$
5	$\frac{1}{\sqrt{x}} + 4x + x^4$	$2\sqrt{x} + 2x^2 + \frac{x^5}{5} + C_1$

Рисунок 2. – Результат вывода функции f1

На рисунке 3 представлена генерация сложных функций для интегрирования с помощью замены переменной.

$$f2 = \text{Table} \left[\left(\text{RandomInteger}[20] + 1 + (\text{RandomInteger}[20] + 1) x \right)^{\text{Round}[\text{RandomReal}[5] \cdot 10] / 20}, \{i, n\} \right]$$

Рисунок 3. – Задание функции f2

Задание на интегрирование дроби, содержащей квадратный трехчлен, представлено на рисунке 4.

$$f3 = \text{Table} \left[\frac{(\text{RandomInteger}[20] + \text{RandomInteger}[20] x)}{(x^2 + \text{RandomInteger}[20] + \text{RandomInteger}[3] x)}, \{i, n\} \right];$$

Рисунок 4. – Задание функции f3

Интегрирование по частям используется в третьей задаче, ей соответствует подынтегральная функция f4 (рисунок 5).

$$f4 = \text{Table} \left[\left(\text{RandomInteger}[20] + \text{RandomInteger}[20] x \right) \text{RandomChoice} \left[\left\{ \text{Exp}[\text{RandomInteger}[20] x], \text{Sin}[\text{RandomInteger}[20] x], (\text{RandomInteger}[20] + 1)^{\text{RandomInteger}[20] x} \right\}, \{i, n\} \right];$$

№ Варианта	Подынтегральная функция	Ответ
1	$(1 + 20x) \text{Sin}[11x]$	$C_1 - \frac{1}{11} \text{Cos}[11x] - \frac{20}{11} x \text{Cos}[11x] + \frac{20}{121} \text{Sin}[11x]$
2	$e^{18x} (3 + 12x)$	$3 e^{18x} \left(\frac{7}{162} + \frac{2x}{9} \right) + C_1$
3	$8 \text{Sin}[8x]$	$C_1 - \text{Cos}[8x]$
4	$14^{19x} (12 + 8x)$	$C_1 + 14^{19x} \left(\frac{8x}{19 \text{Log}[14]} + \frac{4(-2+57 \text{Log}[14])}{361 \text{Log}[14]^2} \right)$
5	18^{1+3x}	$C_1 + \frac{2^{1+3x} \cdot 3^{1+6x}}{\text{Log}[18]}$

Рисунок 5. – Задание функции f4

Задача на интегрирование тригонометрических функций представлена на рисунке 6.

$$f5 = \text{Table} \left[\text{Sin}[x] \text{RandomChoice} \left[\left\{ \text{Sin}[x]^{\text{RandomInteger}[2]+1}, \text{Cos}[x]^{\text{RandomInteger}[2]+1} \right\}, \{i, n\} \right];$$

Рисунок 6. – Задание функции f5

Далее формируется массив условий контрольной работы и экспортируется в Excel для дальнейшей обработки (рисунок 7).

```

qua1 = Table[ {{Вариант, k}, {1, f1[[k]]},
  |таблица значений
  {2, f2[[k]]}, {3, f3[[k]]}, {4, f4[[k]]}, {5, f5[[k]]}, {k, 1, n]];
= Export["C:/temp/quas.xls", Flatten[qua1, 1]]
|экспорт... |генерируемая константа |уплостить
└ C:/temp/quas.xls

= ans1 = Table[ {{Вариант, k}, {1, Integrate[f1[[k]], x, GeneratedParameters -> C]},
  |таблица значений |интегрировать |генерируемые параметры |генери
  {2, Integrate[f2[[k]], x, GeneratedParameters -> C]},
  |интегрировать |генерируемые параметры |генерируемая константа
  {3, Integrate[f3[[k]], x, GeneratedParameters -> C]},
  |интегрировать |генерируемые параметры |генерируемая константа
  {4, Integrate[f4[[k]], x, GeneratedParameters -> C]},
  |интегрировать |генерируемые параметры |генерируемая константа
  {5, Integrate[f5[[k]], x, GeneratedParameters -> C]}, {k, 1, n]];
= Export["C:/temp/ans.xls", Flatten[ans1, 1]]
|экспорт... |генерируемая константа... |уплостить
└ C:/temp/ans.xls

```

Рисунок 7. – Задание функции f1

Результат применения этой функции представлен на рисунке 8. Отдельно сформирован файл с ответами к контрольной работе, который может быть использован преподавателем при подготовке к занятию.

	A	B	C	D		A	B	C	D	E	F	G
1	Вариант	1			1	Вариант	1					
2		$4 + x^4(-13/10) + 9x + x^5$			2		$-10/(3x^{3/10}) + 4x + (9x^2)/2 + x^{6/6} + C[1]$					
3		$2(21 + 14x)^{47/20}$			3		$2(10^{21 + 14x})^{67/20}/469 + C[1]$					
4		$3(19 + 13x)/(13 + x^2)$			4		$3(19 \text{ArcTan}[x/\text{Sqrt}[13]]/\text{Sqrt}[13] + C[1] + (13 \text{Log}[13 + x^2])/2$					
5		$4(1 + 20x) \text{Sin}[11x]$			5		$4C[1] - \text{Cos}[11x]/11 - (20x \text{Cos}[11x])/11 + (20 \text{Sin}[11x])/121$					
6		$5 \text{Cos}[x]^3 \text{Sin}[x]$			6		$5C[1] - \text{Cos}[x]^4/4$					
7	Вариант	2			7	Вариант	2					
8		$11 + x^4(-7/20) + 10x$			8		$1(20x^{13/20})/13 + 11x + 5x^2 + C[1]$					
9		$2(13 + 18x)^{43/20}$			9		$2(10^{13 + 18x})^{63/20}/567 + C[1]$					
10		$3(9 + 5x)/(8 + 3x + x^2)$			10		$3(3 \text{ArcTan}[(3 + 2x)/\text{Sqrt}[23]]/\text{Sqrt}[23] + C[1] + (5 \text{Log}[8 + 3x + x^2])/2$					
11		$4E^{(18x)}(3 + 12x)$			11		$43E^{(18x)}(7/162 + (2x)/9) + C[1]$					
12		$5 \text{Sin}[x]^2$			12		$5x/2 + C[1] - \text{Sin}[2x]/4$					
13	Вариант	3			13	Вариант	3					
14		$17 + x^4(-12/5) + 8x$			14		$1-5/(7x^{7/5}) + 7x + 4x^2 + C[1]$					
15		$2(7 + 2x)^{9/5}$			15		$2(5^{7 + 2x})^{14/5}/28 + C[1]$					
16		$3(20 + 12x)/(4 + x + x^2)$			16		$3C[1] + 4^{((7 \text{ArcTan}[(1 + 2x)/\text{Sqrt}[15]]/\text{Sqrt}[15] + (3 \text{Log}[4 + x + x^2])/2$					
17		$48 \text{Sin}[8x]$			17		$4C[1] - \text{Cos}[8x]$					

Рисунок 8. – Результат экспортирования в MS Excel

Такой алгоритм позволяет создать автоматически различные индивидуальные задания для больших потоков обучающихся.

Компьютеризация неизбежно становится единственным средством автоматизации обработки данных для принятия оптимального управленческого решения в ограниченные сроки. Данное обстоятельство обуславливает необходимость внедрения возможностей технического и прикладного программного обеспечения при подготовке дидактических средств контроля качества математической подготовки студентов технического профиля. Применение разработанных материалов способствует стимулированию систематической работы обучающихся, снижению роли случайных факторов при прохождении контрольных этапов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канашевич, Т. Н. Математические методы в оценивании эффективности учебной деятельности студента / Т. Н. Канашевич, М. А. Гундина, Н. А. Кондратьева // Адукацыя і выхаванне. – 2019. – №6. – С. 44–53.

А. П. КОНДРАТЮК, Д. В. ЛЕСЬКО

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОДОВ НА ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ

Мы занимаемся разработкой Web-приложения для тестирования программных кодов. Основной целью при создании приложения такого рода является облегчение нагрузки на преподавателей при проверке работ и оценивании знаний студентов. Частой проблемой для преподавателя является отсутствие четкого контроля над качеством усвоения материала студентами, потому как преподаватель выдает материал достаточно большими порциями и лишь в конце семестра убеждается в уровне его усвоения. По нашему мнению, необходимость систематического контроля над усвоением материала

обязательна. Что конкретно входит в систематический контроль? Например: проверка лабораторных и практических работ, проведение коллоквиумов и зачетов. Однако, отсюда возникает несколько вполне логичных вопросов: каким образом требуется организовать проверку программных кодов и будут ли объективны результаты проверки? Также вызывает вопросы и способ выставления отметок. Таким образом, мы решили несколько прояснить механизм тестирования и оценки качества в нашем приложении.

Тестирование можно рассматривать как процесс семантической отладки (проверки) программы, заключающийся в исполнении последовательности различных наборов контрольных тестов, для которых заранее известен результат. Т. е. тестирование предполагает выполнение программы и получение конкретных результатов выполнения тестов.

Цель тестирования – проверка работы реализованных функций в соответствии с их спецификацией.

Все способы тестирования объединяются базой данных, где помещаются результаты тестирования системы. В ней содержатся все компоненты, тестовые контрольные данные, результаты тестирования и информация о документировании процесса тестирования.

База данных проекта поддерживается специальными инструментальными средствами типа CASE, которые обеспечивают ведение анализа, сборку данных об их объектах, потоках данных и тому подобное. База данных проекта хранит также начальные и эталонные данные, которые используются для сопоставления данных, накопленных в базе, с данными, которые получены в процессе тестирования системы. В общем виде именно так можно описать тестирование программного кода.

В нашем же случае система тестирования представляет собой два взаимосвязанных приложения: клиент и сервер. Обмен данными между ними производится по локальной или глобальной сети посредством сетевого протокола TCP/IP. Основным плюсом является то, что все вычисления выполняются на сервере: требования к компьютерам, на которых установлен клиент, снижаются. Кроме этого, все данные хранятся на сервере, который, как правило, защищен гораздо лучше большинства клиентов. На сервере проще обеспечить контроль полномочий, чтобы разрешать доступ к данным только клиентам с соответствующими правами доступа.

Для выставления отметок выполняется ранжирование по сложности в базе данных. Исходя из этого, компьютер учитывает сложность выполняемой работы и оценивает ее соответствующим образом, умножая результат выполнения задания на определенный коэффициент сложности.

С. В. КОРЧЕМЕНКО, П. А. ПОДКОПАЕВ

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

В настоящее время в условиях быстро меняющихся технологий и непрерывного роста потока информации для подготовки военных специалистов с высшим образованием необходимо постоянное совершенствование педагогических методов и приемов обучения, учитывающих специфику и профиль военного вуза.

На данном этапе большое внимание уделяется прикладной направленности математического образования, когда будущему специалисту необходимо усвоить не только теоретические сведения и практические методы решения математических задач, но и сформировать способность применять полученные знания, навыки и умения для решения задач профессионального содержания.

В высшем учебном заведении изучение любой дисциплины, в том числе и высшей математики, как правило, начинается с лекции. Лекция является не только формой изложения основного содержания той или иной темы, но и ведущим видом учебной работы. Лекция должна быть актуальной, содержать современные достоверные научные сведения, давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Опыт показывает, что интеграция традиционных методов и мультимедийных технологий в процессе чтения лекций по высшей математике позволяет преподавателю использовать электронные презентации, демонстрировать анимационные эффекты при построении графиков и моделировании объектов. При хорошо продуманной презентации, как по содержанию, так и технически, лекция получается насыщенной и интересной. Происходит значительная экономия времени за счет минимума записей на доске. Текст лекции и построения отображаются на экране. Причем, текст и построения на слайде появляются не сразу, а постепенно, в соответствии с рассуждениями и комментариями

преподавателя. Учащиеся имеют возможность аккуратно законспектировать материал лекции, отметить наиболее сложные моменты, указать рекомендации по их разрешению.

По качеству изображения и восприятия кривые, поверхности и иные математические объекты, нарисованные на доске даже цветным мелом, или в учебнике, никак не сравнятся с поэтапным их построением на слайде. Строгие математические формулы оживают на экране, превращаясь в зримые предметы, вызывая искренний интерес курсантов к происходящему. В каждой изучаемой теме всегда можно привести примеры, иллюстрирующие непосредственную связь математического материала с практикой и будущей специальностью обучаемых, чтобы показать необходимость овладения математическим аппаратом.

Наличие беспроводного пульта управления (беспроводной мышки) позволяет преподавателю при чтении лекции свободно передвигаться по аудитории, поддерживая контакт с обучаемыми, контролировать их поведение, активизировать внимание и познавательную деятельность. Речь идет об умении преподавателя держать в поле своего зрения каждого учащегося, своевременно и правильно реагировать на их реплики и жесты, удачно использовать исторические факты, шутки и юмор. Такие средства сближают преподавателя с аудиторией и способствуют созданию настроения для более осмысленного восприятия содержания лекции. Преподаватель может отслеживать, что из сказанного им и в какой мере воспринято аудиторией, не возникли ли у слушателей вопросы из-за недостаточного понимания содержания лекции; успевают ли они осознать каждое новое положение, умеют ли сочетать новую информацию с предыдущей.

При необходимости доказательства теорем и решение примеров, иллюстрирующих то или иное правило или применение формулы, можно записывать на доске, чтобы продемонстрировать методику доказательства или метод решения задачи.

Следует заметить, что нельзя считать конспектирование лекции анахронизмом, особенно в нашем вузе, учитывая его специфику. Несение военной службы, выезды на полигон часто не позволяют изучать материал по учебникам, использовать интернет и иные средства обучения. Именно поэтому конспект лекций является самым актуальным и доступным способом подготовки к учебным занятиям, что, в свою очередь, требует от преподавателей постоянной работы над совершенствованием методики ее чтения и технического обеспечения.

Опыт показывает, что такая методика разработки и чтения лекций по высшей математике в нашем вузе является наиболее оптимальной на данном этапе и повышает качество математической подготовки обучаемых.

Э. М. КРАВЧЕНЯ¹, А. В. БЛИЗНЮК²

¹БНТУ (г. Минск, Беларусь)

²УО РИПО (г. Минск, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE КАК ИНТЕРАКТИВНОГО СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

Цифровизация образования, несомненно, приведет к повышению интеллектуальных и творческих способностей обучающихся, а также совершенствованию профессиональных компетенций педагогических работников, позволит обеспечить широкий доступ к инновационным образовательным технологиям и повысить информационную безопасность в сетях передачи данных [1].

Цифровизация образования должна включать:

- развитие образовательных технологий, интерактивных средств обучения, мультимедийной платформы дистанционного предоставления образовательного контента;
- формирование автоматизированной системы сбора, хранения, обработки и анализа данных, которая будет идентифицировать негативные либо позитивные тренды в педагогических методиках и образовательных программах, а также прогнозировать развитие образовательной траектории как у обучающихся, так и у педагогических работников;
- использование информационных технологий при проведении лицензирования образовательной деятельности.

Одним из перспективных направлений в сфере цифровизации образования является дистанционное обучение, которое может быть реализовано в электронной системе управления Moodle. К сожалению, многие педагогические работники не имеют достоверной информации о работе этой системы, поэтому боятся применять ее. Тем не менее, это удобный инструмент не только для обучения, но и для проверки знаний.

Контроль знаний – это важнейшая составляющая образовательного процесса, благодаря которой преподаватель может выявлять пробелы в знаниях учащихся, а также обратить внимание обучающихся на вопросы, по которым были допущены ошибки, и акцентировать внимание на слабоусвоенный материал.

Преподаватели могут настраивать свои курсы таким образом, что выполнение заданий будет контролировать система. Например, преподавателю будет приходить в личный кабинет уведомление о том, что обучающийся прислал практическую работу на проверку. Система также позволяет ставить ограничения – доступ к практическому заданию. Обучающийся получает доступ только после выполнения теста или лекции. Система также фиксирует дату прохождения учебного элемента и балл, на который был пройден этот элемент.

В системе Moodle одним из многих элементов контроля является элемент курса «Тест», позволяющий не только проверять усвоение учебного материала обучающимися, но и использоваться для самопроверки. Например, при неправильном ответе на вопрос система может выдавать правильный ответ и пояснение, почему данный ответ является неверным, либо дать рекомендации, какой материал стоит изучить дополнительно. Правильные ответы, пояснения, рекомендации прописывает преподаватель в отзыве к ответам при создании теста. Элемент курса «Тест» можно настроить таким образом, что система будет выдавать обучающемуся вопросы и варианты ответов в случайном порядке. Можно ограничить не только время прохождения теста, но и количество попыток, а также синхронизировать начало и окончание тестирования, то есть тест будет доступен для прохождения в тот период времени, который определяет преподаватель. Также элемент курса «Тест» можно запрограммировать таким образом, что между первой и второй, а также последующими попытками прохождения элемента будет принудительная задержка, то есть элемент в течение некоторого времени не будет доступен для прохождения. Можно также задать количество попыток, проходной балл и метод оценивания. Система Moodle также позволяет поставить ограничение на прохождение теста, например, элемент курса «Тест» будет доступен только после прочтения лекции, можно запрограммировать выполнение элемента курса. Например, требуется получить проходной балл для того, чтобы элемент курса считался выполненным. Если обучающийся не набирает проходной балл, то система указывает ему на то, что данный элемент не выполнен.

После прохождения теста обучающийся может видеть дату начала и окончания тестирования, затраченное время, набранные баллы и итоговую оценку.

Преподаватель может ознакомиться не только с результатами учащихся, но и с теми вопросами, в которых допускались ошибки, видеть затраченное время, а также то, завершен тест или нет.

Таким образом, контроль знаний учащихся – неотъемлемая часть обучения, оценки качества образования, позволяющая объективно оценивать уровень учебных достижений обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА

Концептуальные подходы к развитию системы образования Республики Беларусь до 2020 года и на перспективу до 2030 года / Приказ Министра образования Республики Беларусь от 29 ноября 2017 года № 742. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by/view>. Дата доступа: 9 февраля 2020.

В. В. ЛИСТОПАД,¹ В. П. ШОХА²

¹НУХТ (г. Киев, Украина)

²Колледж искусств и дизайна КНУТД

О РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ MS EXCEL

Тема «Решение систем линейных уравнений» (СЛУ) является одним из важных разделов как школьного, так и университетского курсов математики. Содержание курсов высшей математики включает задачи исследования на совместимость СЛУ (в том числе и системы любой размерности основной матрицы) в случае вырожденной или невырожденной системы. Для решения таких систем в линейной алгебре есть общеизвестные методы – Гаусса, Крамера, матричный и Жордана-Гаусса. Наиболее «тяжелым», но самым удобным на практике есть метод Жордана-Гаусса. Он дает возможность исследовать на совместимость СЛУ любой размерности, параллельно получая ответ на вопрос совместимости и решения (при положительном ответе). С помощью этого метода можно находить ранг матрицы (ответ на совместимость), строить обратную матрицу, реализовать симплекс-метод [1] и его модификации при решении задач на экстремум экономического, физического, механического, технологического содержания.

В данной статье раскроем некоторые методы применения электронных таблиц Ms Excel для решения задач из курсов высшей математики, алгебры и теории чисел и определим преимущества реализации данного метода над традиционными.

Пример 1. Решить СЛУ в поле R :

$$\begin{cases} 2x - y + z = 6, \\ -x + y + 2z = 4, \\ 3x + 2y - 3z = -8. \end{cases}$$

Решение. Решим систему, пользуясь методом Крамера (метод определителей) с помощью функции МОПРЕД с Ms Excel (таблица 1).

Таблица 1

Метод Крамера для решения системы линейных уравнений				
2	2	-1	1	6
3	-1	1	2	4
4	3	2	-3	-8
5		Δ	-22	
7	6	-1	1	
8	4	1	2	
9	-8	2	-3	
10		Δ_x	-22	$x = \frac{\Delta_x}{\Delta} = \frac{-22}{-22} = 1;$
12	2	6	1	
13	-1	4	2	
14	3	-8	-3	
15		Δ_y	22	$y = \frac{\Delta_y}{\Delta} = \frac{22}{-22} = -1;$
17	2	-1	6	
18	-1	1	4	
19	3	2	-8	
20		Δ_z	-66	$z = \frac{\Delta_z}{\Delta} = \frac{-66}{-22} = 3.$

Замечание. Имея шаблон для метода Крамера в Ms Excel (таблица 1), можно набирать расширенную матрицу системы и получать ответы. В шаблоне столбец свободных членов вносить с помощью комбинации клавиш CTRL + SHIFT + ENTER.

Обратная матрица A^{-1} используется при решении СЛУ матричным методом: уравнение вида $AX = B$ (решение $X = A^{-1}B$) или $YA = B$ (решение $Y = BA^{-1}$).

Пример 2. Решить систему матричным методом

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 2x_4 = 12, \\ 4x_1 - 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 27, \\ 7x_1 + 8x_2 - x_3 + 5x_4 = 40, \\ 6x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 41. \end{cases}$$

Решение. Запишем нашу систему в матричном виде $A \cdot X = B$,

где $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -3 & 2 \\ 4 & -2 & 5 & 3 \\ 7 & 8 & -1 & 5 \\ 6 & 4 & 5 & 3 \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 12 \\ 27 \\ 40 \\ 41 \end{pmatrix}$.

Первый шаг: ищем обратную матрицу (функция МОБР), а второй – $A^{-1} \cdot B$, произведение матриц (МУМНОЖ).

Таблица 2

Решение системы линейных уравнений матричным методом										
54										
55										
56		3	5	-3	2	Шаг 1	14/5	3/7	-11/5	2/5
57	A=	4	-2	5	3	$A^{-1} =$	-3/5	-1/3	2/5	0
58		7	8	-1	5		-2/3	-1/6	1/3	0
59		6	4	5	3		-12/3	-1/7	11/3	-3/5
60										
61		12	Шаг 2			1				
62	B=	27			$X = A^{-1}B =$	2				
63		40				3				
64		41				4				

Ответ. $X = (1 \ 2 \ 3 \ 4)$.

Произвольную невырожденную матрицу A с помощью элементарных преобразований можно привести к единичной матрице E , если к единичной матрице порядка n применить те же элементарные преобразования, только над строками и в том же порядке, с помощью которых невырожденная квадратная матрица A порядка n приводится к единичной, то полученная при этом матрица будет обратной к матрице A . Отсюда следует способ нахождения обратной матрицы с помощью элементарных преобразований [2, с. 94]:

$$(A|E) \rightarrow (E|A^{-1})$$

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -4 & 5 \\ 2 & -3 & 1 \\ 3 & -5 & -1 \end{pmatrix}$$

Пример 3. Найти обратную матрицу к

Таблица 3

23	Вычисление обратной матрицы (пример 3)						
24	A			E			
25	3	-4	5	1	0	0	
26	2	-3	1	0	1	0	
27	3	-5	-1	0	0	1	
28	Шаг 1						
29	1	-1,33333	1,666667	0,333333	0	0	
30	0	-0,33333	-2,33333	-0,66667	1	0	
31	0	1	6	1	0	-1	
32	Шаг 2						
33	1	0	11	3	-4	0	
34	0	1	7	2	-3	0	
35	0	0	-1	-1	3	1	
36	Шаг 3						
37	1	0	0	-8	29	-11	
38	0	1	0	-5	18	-7	
39	0	0	1	1	-3	1	
40	E			A ⁻¹			

В выделенных клетках помечены разрешающие элементы для каждого шага перехода. Для перехода к следующей таблице используем правило прямоугольника (Жордановы исключения) с обязательной фиксацией в формуле элементов разрешающего столбца. Проверку можно выполнить, пользуясь функцией МУМНОЖ.

Преимущества применения электронных таблиц Ms Excel при реализации метода Жордана-Гаусса на занятиях по высшей математике:

- повышение осведомленности по вопросам применения методов информационных технологий при решении широкого круга прикладных задач;
- обеспечение дифференцированного и индивидуализированного подходов при обучении студентов;
- повышение эффективности организации самостоятельной работы студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Листопад, В.В. Реалізація методу Жордана-Гауса з допомогою Ms Excel // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовні системи навчання: Збірник наукових праць / Редада. – К. : Видавництво НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. –12 (19). – С. 91–102
2. Гусак, А. А. Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Г. М. Гусак. – Минск : Наука і тэхніка, 1991. – 480 с.

Е. Я. ЛУКАШИК, С. И. КЛИНЦЕВИЧ

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ФАКУЛЬТАТИВНЫЙ КУРС «ОСНОВЫ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

Использование информационных технологий и технических знаний способствует повышению эффективности и качества высшего медицинского образования. Актуальность выбранной темы факультатива заключается в обеспечении необходимости доступа к программированию и разработке электронных программируемых устройств не только профессионалам, но и заинтересованным обучающимся.

В качестве примера для изучения программируемой электроники был выбран класс устройств под названием Arduino – аппаратов начального уровня, предоставляющих широкий функционал и не требующих длительной специальной подготовки перед практическим использованием [1]. Эта платформа, предназначенная для физических вычислений с открытым программным кодом, построена на

простой печатной плате с современной средой для написания программного обеспечения. Платформу отличают низкая цена, наличие бесплатного программного обеспечения, возможность быстрого освоения за счет использования упрощенных языков программирования, минимальные требования к наличию дополнительных элементов и монтажного оборудования. [2, 3]. Изначально проект Arduino развивался как образовательный и поэтому он отлично подходит начинающим для быстрого обучения.

Arduino состоит из двух основных частей – платы Arduino, которая является частью аппаратного обеспечения, и среды разработки (IDE) Arduino – программного обеспечения, которое запускается на персональном компьютере. IDE используется для создания скетчей (специальных компьютерных программ), которые выгружаются на плату Arduino.

Факультативный курс «Основы программируемой электроники» разработан на кафедре медицинской и биологической физики и служит для повышения эффективности образовательного процесса. Курс рассчитан на 30 часов аудиторной нагрузки. Учебная программа факультативной дисциплины разработана в соответствии с нормативными документами.

Задачи факультатива:

- дать понимание принципов обработки цифровых и аналоговых сигналов;
- ознакомиться с принципом работы электронных компонентов;
- освоить язык программирования C++ (Wiring) для Arduino;
- научиться конструировать электронные устройства из готовых электронных плат.

Весь учебный материал по учебной дисциплине «Основы программируемой электроники» распределен по следующим темам:

- Платформа Arduino, модуль Arduino UNO.
- Платы расширения, датчики и исполнительные устройства.
- Среда разработки (IDE) и программирование Arduino.
- Практическое применение Arduino.
- Медицинские электронные устройства.

Изучение каждой темы включает лабораторные занятия с пошаговыми инструкциями для их выполнения на начальном этапе и индивидуальными вариантами заданий на конечном этапе.

Умение работать со средой программирования и аппаратной частью платформы Arduino является необходимым для изучения клинических дисциплин, ориентированных на широкое применение диагностической и лечебной медицинской аппаратуры. Студенты приобретают необходимые навыки для проектирования и изготовления простых электронных приборов на современной элементной базе. Знания, полученные при изучении факультативного курса «Основы программируемой электроники», обучаемые смогут использовать для научных и прикладных исследований.

Широкий набор учебно-методических материалов, готовых модулей и библиотек программ мотивирует начинающих пользователей к созданию различных электронных устройств в рамках данной программы. Знакомство студентов с принципами и методами разработки, конструирования и программирования управляемых электронных устройств способствует повышению мотивации к обучению физике, информатике, медицинской технике, а также творческому развитию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петин, В. А. Практическая энциклопедия Arduino / В. А. Петин, А. А. Биняковский. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 152 с.
2. Arduino [Electronic resource] // Arduino.cc. – Mode of access: <http://arduino.cc/>. – Date of access: 24.01.20.
3. Arduino [Электронный ресурс] // Arduino.ru. – Режим доступа: <http://arduino.ru/>. – Дата доступа: 24.01.2020.

Т. А. МАКАРЕВИЧ

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

О ПРОБЛЕМЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

В настоящее время роль высших инженерно-технических учебных заведений становится особенно значительной, что связано с непрерывно возрастающим влиянием научно-технического прогресса на развитие общества. Как следствие этого растет число студентов на инженерных факультетах, возрастает уровень требований к соответствию процесса воспитания и образования по техническим специальностям, к качеству этого процесса; повышаются требования, предъявляемые к инженерным кадрам. Сегодня инженерно-технические работники должны уметь решать задачи, выдвигаемые ходом научно-технического развития, владеть достижениями отечественной и мировой науки и техники, уметь применять их в условиях своей страны, способствуя тем самым ускорению темпов научно-технического развития. Об этом в первую очередь должны позаботиться высшие инженерно-технические учебные заведения.

Математика в техническом вузе является основой всего естественнонаучного знания, и система математического образования во втузе должна быть направлена на использование математических

знаний при изучении циклов общетехнических и специальных дисциплин. Но сохраняется традиционное противоречие между потребностью в изменении математического образования специалиста в указанном направлении и реальном его состоянии. Приходится сталкиваться с тем, что студенты, владея достаточным запасом математических знаний, не могут использовать их на практике. Это связано с тем, что формирование математического аппарата в недостаточной степени ориентировано на его дальнейшее использование в профессиональной деятельности студента. У студентов умение применять знания, полученные при изучении математических дисциплин, целенаправленно не формируется, вследствие чего почти нет осознанного применения этих знаний при изучении общетехнических и специальных дисциплин. В связи с этим представляется, что преподавание математики во вузах должно быть подчинено следующим целям:

- ознакомление студентов с ролью математики в современной жизни и особенно в современной технике;
- сообщение студентам основных теоретических сведений, необходимых для изучения общенаучных, инженерных и специальных дисциплин и обучение их соответствующему математическому аппарату;
- воспитание прикладной математической культуры, интуиции и эрудиции в вопросах приложения математики;
- выработка первичных навыков математического исследования прикладных вопросов (перевод реальной задачи на адекватный математический язык, выбор оптимального метода ее исследования);
- выработка навыков доведения решения до практически приемлемого результата (числа, графика) с применением для этого соответствующих вспомогательных средств (таблиц, справочников, компьютеров);
- выработка умения самостоятельно разбираться в математическом аппарате, применяемом в литературе, связанной со специальностью студента.

Содержание курса математики должно быть достаточно широким и глубоким для эффективного решения задач по специальности. Поэтому программу и характер этого курса необходимо систематически приводить в соответствие с непрерывно развивающимися тенденциями в приложениях математики.

Наиболее важным средством достижения профессиональной направленности математических знаний будущего инженера является решение профессионально направленных математических задач. Поэтому в сочетании с традиционными математическими задачами необходимо разрабатывать комплекс профессионально направленных задач по всему курсу высшей математики для использования их на лекциях, практических занятиях и в самостоятельной работе студентов. Такой комплекс должен содержать задачи, формулировки которых касаются объектов будущей профессиональной деятельности студентов и являются профессионально значимыми для них. Решая такие задачи, студенты будут не просто изучать математику, но и осознанно учиться применять математические знания в будущей профессиональной деятельности.

Все это требует усиления прикладного, практического и междисциплинарного аспектов в математическом образовании. Для успешной реализации такого подхода к изучению высшей математики на инженерных факультетах недостаточно усилий только кафедры высшей математики. Для этого необходимо взаимодействие со специальными кафедрами. С этой целью на кафедре высшей математики Военной Академии Республики Беларусь регулярно проводятся семинары с представителями специальных кафедр по вопросам согласования и оптимизации математических методов, необходимых для изучения специальных дисциплин. Эффективное сотрудничество кафедр высшей математики и специальных дисциплин позволяет повысить уровень востребованности математической компоненты в подготовке будущего инженера.

В. Ф. МАЛИШЕВСКИЙ, А. А. ЛУЦЕВИЧ, В. В. ЖУРАВКОВ
УО МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

РОЛЬ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

В системе образования преподавание физики определяет базовый уровень подготовки инженеров и специалистов в области естественных и точных наук и в определенной мере является уровнем образованности общества в целом. К основному компоненту фундамента этой системы, безусловно, относится школа, с которой в значительной мере связана успешность развития экономики, требующей специалистов во всех областях знаний с высоким потенциалом, необходимым для внедрения современных наукоемких технологий. Для выполнения такого требования необходим особый подход к физическому образованию и в высшей, и средней школах.

В высшей школе преподавание курса общей физики на инженерных и естественнонаучных факультетах сегодня имеет особое значение и играет важную роль. Изучение физики, способствуя развитию физического мышления, познанию и пониманию современной физической картины мира, формирует научное мировоззрение и закладывает основу для освоения специальных дисциплин. Важным является не только ознакомление студентов с физическими принципами и законами и применением этих закономерностей к решению конкретных задач, но и умение преподавателей показывать будущим специалистам тесную взаимосвязь физики с выбранной специальностью и специализацией в этой специальности.

Усилиями поколений учителей и учёных школьный курс физики XX века вполне соответствовал лучшим мировым стандартам, способствовал достижению высокого уровня образованности населения страны. К сожалению, в настоящее время ярко выражен дефицит практической направленности физического образования, что привело к уменьшению интереса учащихся к изучению физики как предмета, особенно в старших классах [1]. Снижение интереса школьников к физике становится проблемой, одним из индикаторов которой является уровень знаний абитуриентов.

Опрос студентов первого курса, проводимый нами, показывает, что их интерес к урокам физики в школе уменьшался с каждым годом. На вопрос «проводились ли лабораторные работы на уроках физики с использованием физических приборов и инструментов?» положительно отвечают менее 10 % опрошенных. При этом почти две третьих первокурсников утверждают, что на уроках новый материал по физике зачитывался учителем из учебника или предлагался им для самостоятельного изучения.

Наш опыт работы показывает, что абсолютное большинство недавних абитуриентов не видели ни программных школьных приборов, ни простейших физических демонстраций, а при ознакомлении с ними на первых учебных занятиях в университете по физике их охватывает чувство запредельного удивления и повышенного интереса к новому и неизвестному.

Это означает, что проблема продолжающегося снижения интереса школьников к физике является следствием не самых простых причин, которые включают и квалификацию обучающихся кадров. Требуется определенное время, чтобы результат уменьшения и устранения этих причин в образовании стал заметным. Примером могут быть принимаемые решения и действия по улучшению уровня подготовки школьных учителей, для результативности которых нужны годы, как на обучение педагогов, так и на практическую их работу в школе.

Поиски путей побуждения интереса – одна из главных задач физиков-педагогов. К ним следует отнести умение преподавателя показать на конкретных примерах, что основные понятия, принципы и законы физики играют определяющую роль в большинстве разделов естествознания и что физические методы исследования позволили осуществить прорыв в других науках и направлениях деятельности, например, в медицине.

Поэтому от педагога требуется умение организовать учебный процесс таким образом, чтобы учебная деятельность учащихся становилась успешной, а их знания при этом востребованными. Одним из возможных вариантов выполнения этой задачи может быть практико-ориентированный подход в обучении. Сущность его заключается в обеспечении единства приобретения знаний и формирования практического опыта для последующего его использования. Это возможно при переходе от трансляции готовых знаний к развитию самостоятельности, творческого мышления и способностей. Учебный процесс в этом случае побуждает и школьника, и студента к применению полученных знаний и умений в нестандартных и новых ситуациях.

Реализация практико-ориентированного обучения физике требует выбора определенных дидактических средств. Большие возможности для этого имеют, к примеру, задачи с практическим содержанием как количественные, так и качественные. К другим можно отнести выдвижение гипотез, постановку вопросов и проведение исследований, сравнение и классификацию процессов и явлений, формулировку выводов, подготовку рефератов и кратких сообщений (докладов) о физических основах природных явлений и процессов, создание проблемных ситуаций, способствующих развитию навыков исследовательской деятельности и креативности.

В процессе общения со студентами выясняется, что при правильных исходных положениях они зачастую не могут построить доказательство или найти решение, поскольку на уроках физики в школе мало обращается внимания на умение логически мыслить и излагать. Поэтому для подготовки бакалавров по стандартам важен пропедевтический курс физики не в виде лекций, а сосредоточенный на практических занятиях по решению задач и выработке навыков логического мышления, направленного на выстраивание доказательств и решений.

Концепция практико-ориентированного подхода в преподавании физики становится значимой в высшей школе в связи с более глубоким пониманием студентами объединения и взаимопроникновения наук и технологий. Фундаментом этого является знание наиболее общих законов природы, лежащих в основе происходящих процессов, на что обращено особое внимание авторами отчета Всемирного

центра оценки технологий [2] и где делается вывод, что это должно объединить знания и наивысшие технологические достижения в области изучения естественных наук и позволит создать природоподобные технические системы с качественно новыми механизмами получения и потребления энергии.

Таким образом, эта концепция усиливает междисциплинарность в образовании и указывает на то, что она не просто актуальна в преподавании физики, а абсолютно необходима, так как позволяет замечать возможные развития и приложения полученных результатов и открытий, владеть другими методами исследований. В целом же практико-ориентированные образовательные технологии пробуждают интерес к избранной специальности, формируют умение выделять и анализировать проблемы и генерировать идеи по их решению, способствуют развитию системного инновационного мышления для решения будущих профессиональных задач, позволяют выявлять лидеров, обладающих неординарными способностями в различных видах деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Взаимосвязь успеваемости студентов младших курсов с уровнем их школьных аттестационных оценок / В. Ф. Малишевский [и др.] // Высш. шк.: проблемы и перспективы : материалы 13-й Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 20 февр. 2018 г. : в 3 ч. – Минск : РИВШ, 2018. – Ч. 1. – С. 270–276.

2. Converging Technologies for Improving Human Performance // Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science / Ed. by M.C. Roco, W.S. Bainbridge. Arlington, Virginia: National Science Foundation, 2002.

M. A. MAKHMUDOVA, SH. N. NASIROVA
NSPI (Navoi, Uzbekistan)

PLACE AND SIGNIFICANCE OF SOFTWARE-SUPPORTED SOLUTIONS IN ENHANCING EDUCATION EFFICIENCY

Different electronic resources are also recognized as one of the key tools for the comprehensive acquisition of knowledge that needs to be mastered and applied in the education system for information technology education [1].

Over the past years, new generations of textbooks, including e-books, manuals, and lecture texts have been created based on new educational standards, which have been compiled into computer memory to provide compactness and mobility. However, since the electronic version or a copy of the traditional textbook has not yet been used with multimedia features, the use of such literature presents a number of problems. With the development of information and communication technologies, e-learning materials for science began to be developed. Unfortunately, in some cases this is didactically underdeveloped, neglects the psychological state of the learner in front of the computer, ignores the monotonous learning process of the student, and neglects to make it interesting. A number of authors never use or use very limited methods of introducing hypertext, animation, audio and video content in the creation of e-learning materials. As a result, e-learning materials are rarely distinguished from regular volume literature, and its users, even professors, are often negatively affected by this powerful tool.

To solve such problems, methodological departments at the ministries, training institutions and finally educational and methodical departments of higher educational institutions undertake to promote and distribute the model program and didactic complexes and their programs. and special methodical conferences, such as conferences and seminars, should be organized widely and on a regular basis.

Reforms in the education system of the Republic, practical measures to improve the system, along with all other disciplines, require new requirements for the content and methodology of specific science education[1]. One of the main objectives of the methodology of the exact sciences is to create educational and methodical complexes in the electronic form, which are updated in the context of the development of this discipline, which is widely used in modern information technologies. These collections include programmatic and didactic subjects in science.

Software and Didactic Complexes – collecting, visualizing, updating, storing, presenting and controlling knowledge in a particular area of knowledge, based on modern information technology, using specific learning materials from software products such as MathCad, Maple, Mathematics is a resource that can be taught through use.

Electronic textbooks are one of the formal forms of the program-didactic complex and are considered as educational resources created in accordance with state standards, curricula and standard programs. Systematic analysis of information-based learning makes it possible to consider e-textbooks as an electronic learning tool and to consider teaching materials as part of an innovative program-didactic set.

Educational materials in electronic form, one of the main components of the innovative software and didactic complex, have many advantages over the traditional volume literature as an educational information

resource, in the form of data presentation and multimedia. It is also important for them to be able to master the knowledge through the use of tools. It is noteworthy that this educational tool is often copied for free, that is, students can use software-didactic sets without costs. The content of the electronic textbook can be edited by period requirements. Such an amendment can be made more promptly with formal decisions being made. However, editorial or innovative ideas that are considered to be feasible with the expansion of multimedia capabilities that can make this educational information resource extremely quick and cost-effective. Authors often fall into two categories when developing electronic textbooks. Category 1 authors consider the content of the study material as meaningful, that is, they do not consider the problem of placing the finished material electronically on the computer. Category 2 authors are usually highly skilled programmers who can take any traditional textbook and create a quality electronic version without the help of the author. In the first case, the content of the learning material, and in the second case, it is important that the curriculum is fully developed. Unfortunately, it is not common for a specialist to have these qualities, such as a deep knowledge of a subject, its methodology and a high level of information technology. Therefore, the collaboration of qualified methodologists and information technology specialists, including those with a high level of multimedia and networking technology, is an effective way to create electronic teaching materials. Teaching materials in electronic form are usually tracked in the lifecycle, with its editing, new knowledge and didactics, and improved design and software. This is especially true when it comes to creating and continually improving teaching materials in electronic form [2].

Nowadays there is a number of new methodological problems related to teaching Mathematics in pedagogical institutes and universities, and their urgent solution is urgent. Mathematics is characterized by its abstract concepts, on the one hand, and on the other hand, it relies directly on prior knowledge to study science.

In studying the theory of single groups, students must have a range of concepts such as a group definition, associative and cumulative properties, feedback, binary, adjacent classes, normal and element order, group order and so on. It requires students to rely on prior knowledge and skills in learning new topics. Of course, not all knowledge is stored in the student's memory for a long time, but over time, they can be forgotten. This is why the need for hypertext, electronic textbooks created by the subject is growing.

To conclude, the preparation of qualitative electronic teaching materials in a real way is not only laborious, but also experienced teachers, programmers, designers, psychologists and many other professionals are required to participate in its preparation.

REFERENCES:

1. Abdulkadirov, A. A. Information technology / A. A. Abdulkadirov, A. G. Haitov, R. R. Shodiyev. – Tashkent : Teacher, 2002.
2. Nosirova Sh. N., Mahmudova M. A., Republican scientific and technical conference "The role of information and communication technologies in innovative development of sectors of the economy", Tashkent, 14–15 March, 2019, 516–518.

Л. Н. МУЗАФФАРОВА

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ НА ЛЕКЦИЯХ ПО МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Лекция – ведущая форма организации обучения в высшем учебном заведении (ВУЗ). К формам организации обучения в ВУЗе относятся лекции, семинары, практические занятия, учебные конференции, консультации, экскурсии, учебная производственная практика.

Лекция по методике преподавания математики (МПМ) способствует реализации следующих функций обучения:

- ориентирующей – позволяет акцентировать внимание студентов на основных положениях учебного материала по МПМ, его роли и значимости в учебной и будущей профессиональной деятельности, на методах его усвоения и т. п.;
- информативной – в ходе лекции преподаватель раскрывает сущность основных научных фактов, положений, выводов и т. п.;
- методологической – в ходе лекции сравниваются и сопоставляются методы исследования, выявляются принципы научного поиска и т. п.;
- воспитательной – лекция призвана возбудить эмоционально-оценочное отношение к учебному материалу и т. п.;
- развивающей – способствует развитию познавательного интереса, способности к логическому рассуждению, доказательствам и т. п.

Деятельность преподавателя, разрабатывающего модель технологии обучения на лекции по МПМ, определяют следующие факторы:

1. Тема лекции и продолжительность учебного занятия определяются тематическим планом и рабочей программой дисциплины по МПМ.

2. План лекции должен отражать последовательность и логику изложения учебного материала, предусмотренного программой.

3. Объем лекции. Лекция должна содержать столько информации, сколько может быть усвоено аудиторией в отведенное время. Не следует планировать изложение на лекции всего предусмотренного программой материала в ущерб полноте изложения основных сложных вопросов. Лекцию целесообразно разгружать – часть материала перенести на самостоятельное изучение.

4. Структура учебного занятия, выбор методов, форм, средств обучения и обратной связи, которые определяет его ведущая дидактическая цель и форма лекции по МПМ:

Ведущая дидактическая цель учебного занятия	Форма лекции, ее характерологические особенности
Обеспечение ориентировочной основы действий студента по овладению учебной информацией в рамках дисциплины «Методика преподавания математики».	<p align="center">Вводная лекция</p> <p>Является мотивационным этапом в структуре обучения. Ее назначение – сформировать первичное целостное представление о содержании учебной дисциплины, ее месте в учебном процессе и роли в их будущей практической деятельности, сориентировать студентов в системе работы, ознакомить с методикой и организацией предстоящей самостоятельной работы, уточнить сроки и формы отчетности и оценки.</p>
Формирование представлений по учебной теме.	<p align="center">Информационная лекция</p> <p>Это самый традиционный вид лекции: монологическое последовательное изложение учебного материала в соответствии с планом лекции.</p>
Формирование представлений и знаний по учебной теме посредством: <ul style="list-style-type: none"> • постановки проблемы и организации поиска ее решения; • суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения и т. д. 	<p align="center">Проблемная лекция</p> <p>Новое знание вводится через: <ul style="list-style-type: none"> • проблемность вопроса; • задачи; • ситуации. При этом процесс познания студентов основывается на сотрудничестве и диалоге с преподавателем и приближается к исследовательской деятельности. </p>
Формирование представлений и знаний по учебной теме посредством широкого применения ТСО (аудио-видео-техники) и компьютерных технологий.	<p align="center">Лекция-визуализация</p> <p>Чтение такой лекции сводится к развернутому и краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов, лекции - презентации.</p>
Формирование представлений и знаний по учебной теме посредством демонстрации студентам культуры дискуссии, совместного решения проблемы	<p align="center">Бинарная лекция</p> <p>Чтение такой лекции представляет собой диалог: <ul style="list-style-type: none"> • двух преподавателей; • представителей 2-х научных школ; • ученого и практика; • преподавателя и студента. </p>
Формирование представлений знаний по учебной теме при активном участии студентов в ее поиске, отборе и изложении.	<p align="center">Лекция-конференция</p> <p>Проводится как научно-практическое занятие, с заранее поставленной проблемой и системой докладов (длительностью 5–10 мин.), которые в совокупности призваны всесторонне осветить проблему. В конце учебного занятия преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений, дополняет, уточняет информацию, формулирует основные выводы.</p>
Систематизация знаний, исключая детализацию и конкретизацию.	<p align="center">Обзорная лекция</p> <p>Как правило, стержень излагаемых теоретических положений на лекции составляет научно-понятийная и концептуальная основа всего курса или крупных его разделов.</p>
Углубление, систематизация знаний.	<p align="center">Лекция-консультация</p> <p>Может проходить по разным сценариям. <ol style="list-style-type: none"> 1. «Вопросы – ответы» – преподаватель отвечает на вопросы студентов по разделу или всему курсу. 2. «Вопросы – ответы – дискуссия»: преподаватель не только отвечает на вопросы, но и организует поиск ответов. </p>

Систематизация знаний, исключая детализацию и конкретизацию.	<p style="text-align: center;">Итоговая (заключительная) лекция</p> <p>Как правило, завершает изучение курса, обобщает пройденное за весь период. На итоговой лекции преподаватель выделяет основные идеи курса, показывает, каким образом можно использовать полученные знания в будущей профессиональной деятельности и при изучении других дисциплин, разъясняет особенности заключительного контроля, разъясняет особо трудные вопросы вариантов заключительного контроля.</p>
--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

При разработке лекционного учебного занятия преподаватель руководствуется следующими правилами:

1-й этап учебного занятия: введение в учебное занятие

1. Называется тема лекции; перечисляются планируемые учебные результаты и разъясняется их значение для будущей профессиональной деятельности; сообщаются: план лекции, ключевые категории и понятия, перечень литературы для самостоятельной работы.

2. Обеспечивается логическая связь новой учебной информации с уже имеющейся у студентов посредством мини-лекции, беседы, фокусирующих и проблемных вопросов и пр.

2-й, основной этап учебного занятия

1. В соответствии со структурой учебного занятия и планом лекции проводится чтение лекции, развернутая беседа, заслушивание и обсуждение докладов и рефератов, разворачивается дискуссия и др.

2. Во время лекции

- выделяются (надиктовываются) основные понятия, даты и пр.;
- организуется ведение студентами конспективных записей основных положений лекции;
- после освещения каждого вопроса формулируются краткие обобщающие выводы, обеспечивается логическая связь при переходе от одного вопроса лекции к другому;

- обеспечивается познавательная активность студентов: задаются риторические и уточняющие понимание материала вопросы; временно разрешается свободный обмен мнениями в составе мини-групп; разбираются конкретные, в том числе проблемные ситуации; приводятся примеры из практики; студентам предлагается сформулировать те или иные положения или определения, делать сравнения, сопоставлять новые факты и положения с тем, что изучалось ранее;

3. В соответствии с моделью обучения эффективно используются:

- методы обучения: лекция, мозговой штурм, решение проблемных задач и ситуаций, эвристическая, развернутая беседа, дискуссия и др.;

- фронтальная, коллективная и групповая (в парах) формы организации учебной деятельности;

- флип-доска, ТСО, компьютер (в зависимости от оснащения аудитории); графические организаторы;

- учебно-методические и визуальные материалы: краткий конспект лекций, слайды и др.;

- способы обратной связи, обеспечивающие оперативный контроль достижения прогнозируемых учебных результатов: наблюдение, опрос, проверка конспектов, тестирование и пр.

3-й, заключительный этап учебного занятия

1. Делается обобщение и заключение по теме. Даются ответы на вопросы студентов.

2. Комментируются результаты учебного занятия:

- определяется степень достижения поставленной цели;
- объявляются отметки (по возможности – индивидуальные), оцениваются результаты учебной деятельности.

3. Выдается задание (излагается содержание, даются методические рекомендации по выполнению) для внеаудиторной самостоятельной работы, объявляются показатели и критерии оценки. При необходимости, разъясняется, какие вопросы выносятся на семинарское занятие, а какие будут изучаться самостоятельно.

Таким образом, в предлагаемых тезисах предпринята попытка описать процесс обучения на лекциях по методике преподавания математики с позиций технологического подхода. В соответствии с этим впервые в учебно-методической литературе по методике преподавания математики описывается понятие технологии обучения на лекциях по методике преподавания математики как способа достижения диагностично поставленных целей обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакирова, А. Ю. Методика преподавания математики / А. Ю. Бакирова. – Ташкент, 2007

2. Голиш Л. В. Проектирование и планирования педагогических технологий / Л. В. Голиш. – Ташкент, 2012

Б. Б. МУМИНОВ¹, Д. Д. ДЖУРАЕВ²

¹ТУИТ (г. Ташкент, Узбекистан)

²НавГПИ (г. Наваи, Узбекистан)

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ПРЕДМЕТА «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Эффективность образования зависит от активности педагога и студента, наличия воспитательных средств, организационного, научно-методического совершенства образовательного процесса, потребности людей со знаниями в обществе и многих других факторов, которые еще не определены [1].

Существует несколько факторов, связанных с педагогической деятельностью учителя: насколько учитель владеет научными знаниями, стилем преподавания, умениями по организации и проведению урока, обладает индивидуальными качествами, присущими учителю в целом. Стоит обратить внимание и на факторы, которые применяются при приобретении знаний, умений, навыков учащимися. В формировании знаний, умений и навыков, в том числе овладении наукой о сетевых технологиях, уровень знаний преподавателя и педагогическое мастерство играют очень важную роль. Однако, в форме универсального метода, который всегда можно практиковать, не существует. Необходимо, чтобы метод преподавания в первую очередь соответствовал получаемым знаниям, включая содержание и характер изучаемого материала.

Наиболее важными требованиями к каждому учителю на современном уроке должны быть следующие:

- каждая тема, выбранная на уроке, должна быть научно обоснована;
- рассматриваемая тема должна быть направлена на использование в профессиональной деятельности студента;
- определение объёма темы с учетом возможностей студентов;
- определение степени сложности темы;
- использование оборудования, которое понадобится на уроке;
- изложение ранее полученной информации связанной с изучаемой темой;
- возможность сосредоточиться на последних достижениях науки в процессе объяснения темы;
- выбор технологий для использования в курсах лекций;
- обозначение педагогических программных средств, используемых на уроке;
- выбор уровня сложности заданий, которые будут выполнять обучаемые;
- определение последовательности выполнения самостоятельных заданий;
- использование дидактических материалов для создания проблемной ситуации на уроке с использованием дополнительных информационных технологий.

Одной из проблем, возникающих в процессе обучения, являются неоднородный состав обучаемых. Это означает, что уровень знаний учащихся в аудитории, скорость чтения, умение воспринимать новый материал различны. Тот факт, что не каждый студент может изучать предметы одинаково, является причиной возникновения сложностей в достижении педагогических целей на занятиях. Поэтому учителя должны быть готовы работать с использованием различных методов обучения на каждом уроке, что требует больше времени и творческого подхода. Очевидно, что успешное выполнение этих задач позволит получить положительный опыт как студентам, так и преподавателям.

Можно выделить следующие обстоятельства, определяющие качество образования, связанные с процессом приобретения знаний: организация урока на высоком научно-педагогическом уровне, проведение проблемных занятий, интересная организация уроков в вопросно-ответной форме, использование передовых педагогических технологий и мультимедийных средств, постановка перед учащимися задач, мотивирующих аудиторию к самостоятельному мышлению. Поэтому преподаватель предмета «Сетевые технологии» должен составить список тем, которые будут изучаться в течение всего семестра, и определить, в каких темах какие технологии необходимо использовать. С помощью учебно-методического инструментария он сможет воздействовать на учащихся и в результате этой деятельности внесет большой вклад в формирование у них заранее определенных личностных качеств. Эффективная организация занятий зависит от наличия качественной материально-технической базы учебного заведения и соответствующего современным требованиям технического и программного обеспечения ЭВМ. На занятиях по предмету «Сетевые технологии», наряду с передовыми педагогическими технологиями и мультимедийными приложениями, большое значение имеет использование программ-тренажеров.

Одной из наиболее широко используемых программ-симуляторов в сетевом моделировании является GNS3 (Graphical Network Simulator) – полностью свободное и открытое программное

обеспечение с первичным исходным кодом [2]. Этот продукт был создан Джереми Гроссманом в 2008 году. Симулятор имеет распределенную архитектуру, которая позволяет пользователям комбинировать виртуальные и реальные устройства, а также приближать модели к работе реальных сетей. Также эта программа поддерживает несколько форматов файлов: .gns3, .gns3project, .NET. Сетевая модель построена на дискретных событиях, а для графического представления используется сетевой аниматор.

Сетевой симулятор OPNET (Opnet Network Simulator) – это программный инструмент, способный отображать поведение и производительность сети любого типа [3]. Главным отличием OPNET от других тренажеров является его удобство и универсальность. Он позволяет пользователям создавать и моделировать различные сетевые топологии. Симулятор OPNET выполняет функции оперативной верификации, устранения неполадок с приложением, сетевого планирования и проектирования для ИТ, верификации аппаратной архитектуры, моделирования протоколов, моделирования трафика телекоммуникационных сетей, оценки состояния работоспособности сложных программных систем.

Симулятор NET – это программный продукт, созданный для моделирования сети в процессе обучения. Этот симулятор позволяет пользователям создавать виртуальные маршрутизируемые сети с помощью виртуальных сетевых устройств. Он также выполняет функцию управления виртуальными терминалами с помощью интерфейса командной строки. Способность канала связи передавать данные в виртуальных сетях, процесс обмена информацией в сети осуществляется в соответствии с моделью ISO OSI [4].

Каждый из рассмотренных выше сетевых симуляторов имеет свои особенности. При использовании этих программ-тренажеров в учебном процессе студенты смогут видеть, как данные передаются и принимаются в сети, понимать логику и принципы работы сетевых протоколов и сетевых сервисов, диагностировать производительность сетевых соединений, выявлять и исправлять неполадки, иметь представление о процессах высокого уровня, научиться работать с сетевым анализатором.

Подводя итог, можно сказать, что в результате использования тренажеров студенты по окончании обучения смогут создавать целостную схему локальных, региональных и глобальных компьютерных сетей, самостоятельно проектировать и устанавливать сети, настраивать сетевое оборудование, осуществлять конфигурирование серверов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Омонов, Х. Т. Педагогик технологиялар ва педагогик махорат / Х. Т. Омонов, Н. Х. Хўжаев, С. А. Мадьярова, Э. У. Эшчонов – дарслик. 48-б., Тошкент. – 2012.
2. Анатольев, А. Г. Краткий обзор сетевых симуляторов. 21.07.2017. <http://www.4stud.info/networking/brief-review-of-network-simulators.html>.
3. <http://opnetprojects.com/opnet-network-simulator/>.
4. <http://www.net-simulator.org/ru/index.shtml>.

Г. Л. МУРАВЬЕВ, В. И. ХВЕЩУК, С. В. МУХОВ

УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО ДОСТУПА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Обучение студентов представляет собой сложный процесс, результаты которого являются следствием работы всех его участников, включая обучаемых, преподавателей, работников деканата, кафедр, иных заинтересованных лиц (родителей и т. д.). Эффективность образовательного процесса в значительной степени зависит от их взаимных усилий, успешности взаимодействия, что, в свою очередь, требует оперативного владения актуальной информацией о состоянии процесса обучения, возможности ее анализа, принятия соответствующих мер, решений.

Это особо важно в связи с доступностью развитой инфраструктуры обмена информацией, распространением сетевых, «облачных» технологий, стационарных и мобильных средств доступа, значимостью самоподготовки, самостоятельной работы специалиста в ходе обучения, распространением переподготовки, повышения квалификации, в том числе, на базе заочной формы обучения, с использованием дистанционных средств обучения.

Здесь рассматривается проектирование программно-информационных средств, предназначенных для совместного использования информации (данных деканата и преподавателей) о состоянии учебного процесса. Цель – улучшение качества учебного процесса за счет повышения контроля посещаемости и успеваемости, обеспечения актуальными данными всех участников образовательного процесса. Особенность разработки системы:

- мобильный доступ;
- учет типового документооборота деканата, учет потенциальной возможности интеграции в существующую программно-информационную структуру деканата;
- обеспечение возможности автономного использования системы и др.

Анализ документооборота в рассматриваемой предметной области позволяет свести проблему к решению следующих задач [1]:

- организация ведения базы данных (информации о студентах, дисциплинах, расписаниях, занятиях, состоянии процесса обучения и т. д.) в онлайн-режиме;
- поддержка комплекса задач по ведению данных о посещаемости, своевременности и качестве выполнения запланированных мероприятий, степени освоения, отработки, выполнения программы занятий;
- поддержка комплекса задач по генерации и визуализации соответствующих отчетов, разграничению уровней доступа, обеспечению сохранности данных и др.

Архитектура приложения базируется на паттерне MVC [2]. Система проектируется как веб-приложение в виде «автономных» компонентов – базовых данных и процессов их изменения в результате взаимодействия пользователей. Средства доступа: типовой браузер, установленный на ПК, мобильном телефоне, планшете.

Функциональность клиентской части веб-приложения обеспечивается набором модулей, спроектированных в виде совокупности сервисов для работы с серверными компонентами.

Так, модуль Регистрации ведет персональные данные пользователей (имя, адрес электронной почты, пароль, роль), позволяет контролировать и разграничивать доступ пользователей к ресурсам системы. Категории потенциальных пользователей – работники деканата, преподаватели, старосты, студенты, родители, работодатели, спонсоры и др., отличающиеся объемом доступной информации для ознакомления-просмотра, внесения-удаления и обновления-редактирования.

Модуль Расписание обеспечивает хранение и редактирование данных о соответствующей учебной программе, целях и задачах обучения, изучаемых дисциплинах, об организации, планировании учебного процесса, соответствующих семестровых и сессионных мероприятий. Информация является первичной, используется другими модулями для фиксации состояния учебного процесса.

Состояние учебного процесса как совокупность данных о посещаемости занятий и успеваемости обучаемых ведется с помощью модулей Посещаемость, Успеваемость, Рейтинг, Отчеты и др. Фиксируются данные о текущей и итоговой успеваемости, качестве и своевременности выполнения планов и программ обучения. Обеспечивается работа с данными о пропущенных, невыполненных занятиях, заданиях, их количестве и причинах. Генерируются отчеты степени детальности, за разные периоды времени. Данные отображаются в виде текстов, диаграмм, графиков и таблиц.

Серверный компонент основывается на использовании системы из базы данных и программных модулей. База данных служит для хранения и предоставления пользователям системы общей информации, организованной в виде коллекций данных. Функциональность серверного компонента обеспечивается набором модулей (контроллеров) обслуживания запросов на регистрацию и авторизацию, для работы с расписаниями, с успеваемостью, запросов для работы с посещаемостью и т. п.

С участием студента БрГТУ О.В. Торгашевой проведено макетирование проектных решений. Для реализации клиентской части – пользовательского интерфейса, инвариантного к типу браузера (Firefox, Google Chrome и др.) и используемого в режиме высокой загрузки – взят фреймворк AngularJS (opensource JavaScript-фреймворк) [3] с инструментами поддержки архитектуры MVC.

Функции веб-сервера реализованы на базе платформы Node.js [4]. Соответственно обработчики клиентских запросов реализованы средствами фреймворка Express.js [4], согласованного с MVC, а коллекции данных хранятся в компоненте MongoDB, доступ к которому обеспечивается драйвером платформы Mongoose [4].

Объем конечной сборки, пересылаемой клиенту при инициализации, составляет не более 1,5 Мб. Скорость загрузки интерфейсов обеспечивается многопоточковой обработкой, отсутствием блокирования «отрисовки» браузером. Запросы обрабатываются в фоновом режиме. Перечисленное сглаживает негативное влияние сбоев в работе сети, серверов, повышает устойчивость работы при медленном интернет-трафике.

Оценки среднего времени обслуживания запросов (включая верификацию данных, обращение к базе данных и т. д.) составляют порядка 200 миллисекунд, что является вполне приемлемым для систем пониженной ответственности.

Основные результаты работы:

- проектные решения для построения типовых веб-приложений на базе MVC, обеспечивающих мобильный доступ и совместное использование удаленной базы данных;
- проект приложения для информационной поддержки учебного процесса, реализованный на платформе Node.js с помощью фреймворков Angular и Express в виде клиентского и серверного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муравьев, Г. Л. О построении web-систем оперативной обработки информации / Г. Л. Муравьев, А. С. Рыщук // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы 6-й междунар. научно-практ. конф., Мозырь, 27–28 марта 2014. – С. 206–207.
2. Архитектура MVC [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller>. – Дата доступа: 11.05.2019.
3. Фреймворк Angular [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/AngularJS>. – Дата доступа: 20.05.2019.
4. Руководство по Node.js [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://metanit.com/web/nodejs/>. – Дата доступа: 11.04.2019.

К. Р. НАСРИДИНОВ¹, Э. Н. ХУДОЙБЕРДИЕВ², Н. Б. АЗЗАМОВА²

¹Ташкентский государственный педагогический университет им. Низами

²НавГПИ (Навои, Узбекистан)

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА КАК ОСНОВА ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ

Известно, что электромагнетизм является одним из сложных разделов физики. Изучаемые явления в данном разделе физики составляют основу научно – технического прогресса. Электрогенераторы, электродвигатели, трансформаторы и многие другие виды оборудования, работающие на основе законов электромагнетизма, уже давно прочно вошли в нашу повседневную жизнь. Следовательно, усвоение студентами данного раздела имеет первостепенное значение для понимания принципа работы этих приборов и оборудования, а также и для расширения их кругозора в целом.

В настоящее время новые педагогические технологии и методы являются основным инструментом педагогики, и использование их при преподавании рассматривается как гарант обеспечения качества обучения. Одним из таких подходов, на наш взгляд, является также тестирование знания студентов, а также анализ основ и законов раздела «Электромагнетизм» с точки зрения электродинамики, точнее, с точки зрения системы уравнений Максвелла.

Как известно, электродинамика – наука об электромагнитном поле и его свойствах, и система уравнений Максвелла является математическим аппаратом электродинамики. Система уравнений Максвелла (или система уравнений электромагнитного поля) имеет вид: (таблица 1)

$$\operatorname{div} D = \rho \quad (1)$$

$$\operatorname{rot} E = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (2)$$

$$\operatorname{div} B = 0 \quad (3)$$

$$\operatorname{rot} H = j + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (4)$$

где $D = \varepsilon\varepsilon_0 E$, $H = \frac{B}{\mu\mu_0}$

Таблица 1. – Система уравнений Максвелла

	Интегральная форма записи	Дифференциальная форма записи
	$\oint E dS = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0}$ (теорема Остроградского-Гаусса)	$\operatorname{div} D = \rho \quad (D = \varepsilon\varepsilon_0 E)$
	$\oint E dl = \frac{d}{dt} \int_S B dS.$ (теорема Био-Савара-Лапласа)	$\operatorname{rot} E = -\frac{\partial B}{\partial t}$ (ε_0 - электрическая постоянная, μ_0 -магнитная постоянная)
	$\oint B dS = 0$ (отсутствие монополя)	$\operatorname{div} B = 0$
	$\oint B dl = \mu\mu_0 \int_S j dS + \varepsilon\varepsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S E ds$ Закон полного тока	$\operatorname{rot} H = j + \frac{\partial D}{\partial t}$ ($H = \frac{B}{\mu\mu_0}$)

В данной системе уравнений каждое уравнение ϵ_0, μ_0 – диэлектрическая и магнитная постоянные, а ϵ, μ – диэлектрическая магнитная проницаемости среды соответственно; объемная плотность заряда и \vec{j} – плотность тока. Как видно из интегральной формы записи уравнений Максвелла, эти уравнения являются обобщением экспериментальных физических закономерностей электромагнетизма, как закон Кулона – теорема Остроградского-Гаусса – (1-е уравнение), закон электромагнитной индукции Фарадея – (2-е уравнение), отсутствие в природе отдельно взятого магнитного полюса (монополя) – магнитного заряда (3-е уравнение), закон полного тока (4-е уравнение).

Система уравнений Максвелла является наиболее законченной классической теорией электромагнетизма и математическим аппаратом электродинамики.

Из приведенной выше системы уравнений Максвелла с учетом краевых условий можно получить уравнения для конкретных физических процессов электромагнетизма, в частности процессов электро- и магнитостатики, электрических и магнитных явлений для переменного тока, а также по распространению электромагнитных волн.

Преобразование системы уравнений Максвелла с учетом краевых условий приведено в обобщенном виде в таблице 2.

Таблица 2. – Вид уравнений Максвелла с учетом краевых условий

Краевые условия для среды	Функция	Вакуум	Эл. ст. поле (пост.ток)	Вещество	Эл. магн. волна (поле)
	Среда	$\epsilon=1, \mu=1$	$\rho=\text{const}, j=\text{const}$	$\epsilon_{\text{атс}} = \epsilon\epsilon_0$ $\mu_{\text{атс}} = \mu\mu_0$	$\rho=0, j=0$
1	divE	$\frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\frac{\rho}{\epsilon\epsilon_0}$	$\frac{\rho}{\epsilon\epsilon_0}$	0
2	rotE	$-\frac{\partial B}{\partial t}$	0	$-\frac{\partial B}{\partial t}$	$-\frac{\partial B}{\partial t}$
3	divB	0	0	0	
4	rotB	$\mu_0 j + \epsilon_0 \mu \frac{\partial E}{\partial t}$ I	$\mu\mu_0 j$ II	$\frac{j}{\epsilon\epsilon_0} + \frac{\epsilon\epsilon_0}{\partial t}$ III	$\epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial E}{\partial t}$ IV

Как видно из таблицы 2, для вакуума диэлектрическая и магнитная проницаемости равны единице. Появление вихревого электрического (rotE) и магнитного (rotB) полей обязаны явлению электромагнитной индукции Фарадея, согласно которому электрические и магнитные поля порождают друг-друга [1]. Здесь также следуют объяснить физический смысл операторов дивергенции и ротора для осмысления сути уравнений Максвелла.

Если в системе уравнений Максвелла будем использовать условие стационарности, т. е. $\rho=\text{const}, j=\text{const}$ и $\frac{\partial B}{\partial t} = 0, \frac{\partial E}{\partial t} = 0$ получим систему уравнений электростатики и магнитостатики (II), где электрическое поле является невихревым (силовые линии поля незамкнуты), т. е. поля начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных зарядах. Магнитостатическое поле так и остается вихревым.

Система уравнений Максвелла для определенных сред учитывает диэлектрическую и магнитную проницаемости данной среды. При этом имеем дело с абсолютной диэлектрической и абсолютной магнитной проницаемостью среды:

$$\begin{aligned}\epsilon_{\text{абс}} &= \epsilon\epsilon_0 \neq 1 \\ \mu_{\text{абс}} &= \mu\mu_0 \neq 1\end{aligned}$$

С учетом этого, системы соотношений $D = \epsilon\epsilon_0 E$ и $H = \frac{B}{\mu\mu_0}$, систему уравнений Максвелла можно написать в следующем виде:

$$\begin{aligned}\text{div}\vec{D} &= \text{rot}E = -\frac{\partial B}{\partial t} \\ \text{div}B &= 0 \text{rot}\vec{H} = j + \frac{\partial D}{\partial t},\end{aligned}$$

где \vec{D} – вектор электрической индукции,

\vec{H} – напряженность магнитного поля.

Из системы уравнений Максвелла также вытекает соотношение между скоростью света (c) и электродинамическими параметрами ($\epsilon, \epsilon_0, \mu, \mu_0$) для вакуума $\frac{1}{c^2} = \epsilon_0 \mu_0$ и для среды $\frac{1}{c^2} = \epsilon\epsilon_0 \mu\mu_0$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}; c' = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}},$$

где $\sqrt{\varepsilon \mu} = n$ – показатель преломления среды.

Известно, что система уравнений Максвелла на языке потенциалов имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \Delta \bar{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \bar{j} \\ \Delta \varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -\frac{1}{\varepsilon_0} \rho \end{cases} \quad (7)$$

А связь между потенциалами электромагнитного поля \bar{A} , φ и компонентами электромагнитного поля \vec{E} , \vec{B} имеет следующий вид:

$$\vec{B} = \text{rot } \bar{A} \quad (8)$$

$$\vec{E} = -\text{grad } \varphi - \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} \quad (9)$$

А при условии стационарности система уравнений (7) будет принимать следующий вид:

$$\begin{cases} \Delta \bar{A} = -\mu_0 \bar{j} \\ \Delta \varphi = -\frac{1}{\varepsilon_0} \rho \end{cases} \quad (10)$$

А уравнение (9) принимает следующий вид:

$$\vec{E} = -\text{grad } \varphi \quad (11)$$

Видно, что уравнение (11) представляет собой хорошо известное соотношение между напряженностью электрического поля \vec{E} и скалярным потенциалом φ в курсе электромагнетизма.

Таким образом, использование математического аппарата электродинамики – системы уравнений Максвелла является хорошим инструментом не только для закрепления знаний по электромагнетизму, но и для обеспечения качественного освоения студентами самого раздела электродинамики. По учебному плану студенты изучают раздел «Электродинамика» после изучения раздела «Электромагнетизм». И это обстоятельство позволяет студентам еще раз вспомнить основы пройденного курса и анализировать процессы электромагнетизма с точки зрения раздела электродинамики, с точки зрения системы уравнений Максвелла. С другой стороны, тема «Явление электромагнитной индукции» является самой сложной и трудно осваиваемой для студентов. Следовательно, желательно повторить эту тему еще раз в разных проявлениях этого явления, т. е. включая также взаимную- и самоиндукцию. Здесь мы привели только некоторые моменты такого анализа, а на самом деле на практике можно привести соответствие между этими разделами значительно шире по их учебным программам.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мултановский В. В. Курс теоретической физики / В. В. Мултановский, А. С. Василевский. – М. : Просвещение, 1990.
2. Исмоилов, М. Физика / М. Исмоилов, П. Хабибуллаев, М. Халиулин. – Ташкент : Узбекистан, 2000.

А. К. ПАШКО

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ТЕОРЕТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В МЕДИЦИНЕ»

Медицинские вузы должны создавать условия для подготовки высокообразованных людей и высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности в условиях информатизации общества и развития новых наукоемких технологий. Сегодня в этом заинтересованы и студенты, поскольку в условиях рыночной экономики именно такие медицинские кадры востребованы на рынке труда.

Чтобы выполнить цели образования в новых информационных условиях деятельности, обеспечить саморазвитие, высокий социальный статус, компетентность будущих специалистов, необходимо привести систему обучения в вузах в соответствие с требованиями информационного общества, сформировать его инновационную образовательную среду.

Каждая вузовская дисциплина способна внести вклад в повышение качества высшего медицинского образования. Очень важная роль в этом принадлежит математике и как универсальному междисциплинарному языку для описания и изучения объектов и процессов, и как фактору, формирующему стиль мышления выпускников.

В медицинских образовательных учреждениях роль математики неприметна, поскольку во всех случаях на первый план, естественно, выдвигаются медицинские и клинические дисциплины, а теоретические, в том числе математика, отодвигаются на задний план как предмет базового высшего образования, где не учитывается, что математизация здравоохранения в мировом пространстве происходит стремительно, вводятся новые технологии и методы, основанные на математических достижениях в области медицины. На базе математики возникла статистика, которая широко пользуется математическими методами.

Переломным моментом в развитии статистики можно считать вторую половину XVII столетия. В это время в Европе были созданы академии наук. Труды европейских физиков и математиков того периода был заложен фундамент современной науки. Именно в Европе проникновение математики, а далее и статистики, в другие отрасли науки привело к появлению прикладной математики и статистики. На I Международном статистическом конгрессе, проходившем 19–22 сентября 1853 г. в Брюсселе, была предпринята попытка создания системы статистического учёта причин смертности [1]. С докладом на эту тему выступил французский учёный Жан-Клод Ашиль Гийяр. И уже в те годы статистики говорили о необходимости контроля качества статистических выводов в публикациях.

В одной из своих работ А. Гийяр писал о статистике: «Нет такой науки, принципы которой пропагандировались бы так слабо, как принципы статистики человеческой жизни. Мы постоянно убеждаемся, сколь плохо они известны, как вольно с ними обращаются, словно речь идёт о статьях конституции. Самые серьёзные ошибки в равной степени принимаются и повторяются и в ежедневных газетах, и в более серьёзных сборниках, и даже в самых монументальных томах. ... Именно такое легкомыслие лишило статистику уважения в глазах тех, кто не имеет времени или не даёт себе труда проверять и углублять знания. ... Что касается честных людей, которые искренне хотели что-то узнать, то они отвернулись от неё, сочтя, что она просто заговаривает им зубы, заставляя цифры говорить».

Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена необходимостью развития информационно-математической компетентности студентов-медиков при изучении дисциплины «Математическая статистика в медицине», закладывающей основы логического мышления. В свою очередь, логическое мышление является основой для формирования при обучении в медицинском вузе так называемого «клинического мышления». В рыночных условиях подготовка конкурентоспособного врача, обладающего клиническим мышлением, – одна из актуальнейших задач современного высшего медицинского образования.

Учебная дисциплина «Математическая статистика в медицине» занимает важное место в системе подготовки врача по специальности 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело» [2], так как позволяет специалисту описывать группы объектов, достоверно выявлять различия между группами, классифицировать объекты и явления по их числовым характеристикам, по имеющемуся экспериментальному материалу, делать выводы об изучаемых объектах и предсказывать их поведение.

Математическая статистика в медицине – это учебная дисциплина, содержащая систематизированные научные знания о применении методов математической статистики (раздела математики, изучающего закономерности массовых повторяющихся явлений) в медицине.

Математическая статистика в медицине является комплексной учебной дисциплиной, имеющей междисциплинарные связи. Знания, умения и навыки, приобретённые в ходе ее изучения, будут использованы при изучении ряда вопросов следующих смежных учебных дисциплин: «Общественное здоровье и здравоохранение», «Общая психодиагностика», «Общая и клиническая психодиагностика».

С целью повышения качества подготовки будущих врачей было разработано и опубликовано пособие [3], которое рекомендовано учебно-методическим объединением по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1–79 01 05 «Медико-психологическое дело». В состав издания входят теоретические вопросы, задания и примеры решения задач. Пособие предназначено как для работы на занятии, так и для самостоятельной работы.

Также кафедрой медицинской и биологической физики ГрГМУ был разработан электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Математическая статистика в медицине», который содержит в себе учебно-методические рекомендации, практикум по решению практико-ориентированных задач, индивидуальные учебные тестовые задания для обеспечения самостоятельной

работы студентов в период обучения. В содержании ЭУМК реализованы все дидактические функции, предоставляемые модульной объектно-ориентированной динамической обучающей средой Moodle. Объясняется это спецификой дисциплины, учебной программой которой предусмотрены лабораторные работы, компьютерное тестирование, форумы и опросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, С. И. Международный статистический Конгресс. Историко-критический этюд. I Брюссельская сессия Конгресса / С. И. Матвеев. – М. : 1878. – 231 с.
2. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности 1–79 01 05 «Медико-психологическое дело» «Математическая статистика в медицине». Регистрационный № УД – 100/уч. ГрМУ : Гродно, 2019. – 7 с.
3. Копыцкий, А. В. Математическая статистика в медицине : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело» / А. В. Копыцкий, А. К. Пашко. – ГрГМУ : Гродно, 2018. – 196 с.

О. Н. ПИРЮТКО

УО БГПУ им. М. Танка (г. Минск, Беларусь)

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ТРУДНОСТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СЛОЖНЫХ ТЕМ ШКОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ МЕТАДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вопрос о технологии преодоления трудностей при изучении сложных тем школьного курса математики рассматривался ранее [1]. В контексте организации метадеятельности некоторые аспекты этой по-прежнему актуальной методической проблемы требуют детализации понятий: трудность, сложность, технология, метадеятельность. Отметим, что метадеятельность понимается как деятельность по изучению и применению фундаментальных образовательных объектов, относящихся к одной или нескольким предметным областям. Определение технологии нами используется как «... поэтапная реализация того или иного метода или принципа с помощью определенных форм (приемов) работы. При одном и том же принципе могут быть разные технологии его реализации» [2].

Одной из эффективных технологий в аспекте метадеятельности является фасилитация, которая подразумевает создание условий для преодоления субъективной трудности и объективной сложности.

Психолого-педагогическая технология фасилитации включает:

- процедуру операционализации преодоления трудностей (разработку путей решения задач совместно с необходимостью формирования у обучающихся практических действий по преодолению трудностей); Трудности рассматриваются как категория, которая характеризует состав деятельности, необходимой для решения познавательной задачи, независимо от того, кто эту деятельность выполняет;
- процедуру анализа для преодоления сложностей (разложение на составляющие элементы с целью выявления источников сложности материала). Под сложностью будем понимать объективную категорию, которая характеризует состав деятельности, необходимой для решения познавательной задачи, независимо от того, кто эту деятельность выполняет [3].

Учитель, реализующий фасилитацию, выполняет следующие функции: четко ставит задачу; балансирует время; направляет дискуссию в нужное русло; помогает сделать полезный вывод из активности; вовлекает в работу; создает атмосферу комфорта и безопасности; усиливает динамику по мере необходимости.

Некоторые частные технологии фасилитации:

1) «Открытое пространство».

Преимущество данной технологии – в сборе большого количества информации по заданной теме за короткий период времени. У участников процесса формируется ощущение сопричастности к процессу и заинтересованности в нем. Технология эффективна при проведении уроков обобщения, повторения, подготовки к контрольным работам и экзаменам;

2) «Поиск будущего».

Технология используется, когда различным заинтересованным группам необходима общая основа для сотрудничества и создания плана всей деятельности. Эффективна при подготовке к олимпиадам, конкурсам, на основе тьюторской деятельности.

Результатом технологии «Поиск будущего» является формирование метапонимания:

- присваивание знаний;
- владение анализом, интерпретацией материала в моделях;
- составление плана образования;
- освоение принципов организации метадеятельности.

3) «Саммит позитивных перемен» (интегрированные проекты)

Благодаря данной технологии осваивается принятие решений в самоорганизовавшихся командах. Кроме того, после саммита участники продолжают взаимодействовать, привлекая к работе других, и могут самостоятельно организовывать и проводить занятия, превращаясь в постоянно развивающуюся, самообучающуюся структуру. Технология «Саммит позитивных перемен» эффективна при подготовке к командным конкурсам.

Наряду с технологией фасилитации нами выделены следующие компоненты технологии преодоления трудностей:

1. определение параметров сложности темы (раздела, дисциплины) [1];
2. создание учителем (методическим объединением) банка средств (системы задач, тестов, кейсов) для организации деятельности по преодолению субъективных трудностей [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пириютко, О. Н. Сложные темы в школьном курсе математики : преодоление трудностей / О. Н. Пириютко // Народная асвета. – 2010. – № 8. – С. 32–37.
2. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии / Г. К. Селевко. – М. : Народное образование, 1998. – 256 с.
3. Лернер, И. Я. Факторы сложности познавательных задач / И. Я. Лернер // Новые исследования в педагогических науках. – М. : 1970. – Вып. 1. – С. 86–92.
4. Пириютко, О. Н. Интерес к математике или как преодолеть конфликтные ситуации / О. Н. Пириютко // Народная асвета. – 2019. – №5. – С. 19–23.

О. Н. ПИРЮТКО, И. Н. ГУЛО

УО БГПУ им. М. Танка (г. Минск, Беларусь)

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПОРОГОВОГО УРОВНЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Одним из актуальных вопросов подготовки студентов математического образования является формирование у них умения самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития и выполнять самооценку профессиональных достижений.

Для проверки уровня готовности студентов к оцениванию знаний, умений, навыков, способов деятельности по завершению блока профессиональной подготовки (семестра) нами разработаны тестовые задания. Задания в тестах представлены задачами, ориентированными на оценку уровня сформированности метапредметных и предметных компетенций. Тесты размещены в ресурсном центре физико-математического факультета БГПУ и предлагаются студентам для выполнения перед сессией в качестве преодоления порогового уровня готовности к ней.

Отметим, что *под задачей в метапредметном контексте* будем понимать системное образование, представленное:

- описанием некоторой ситуации (явления, процесса) на естественном и (или) математическом языке;
- отношением этой ситуации к субъекту образования, вступившему в контакт с многообразными ее компонентами;
- проблемой поиска неизвестного компонента (компонентов);
- потребностью поиска неизвестного компонента.

Готовность будущих учителей к метапредметному обучению связана с необходимостью актуализации внимания на профессиональные умения, навыки и компетенции, их реализацию, индивидуальный стиль, практико-ориентированный опыт деятельности, позволяющие осуществлять учителю нормативную деятельность на уровне современных требований к ней.

В рамках компетентного подхода основным непосредственным результатом образовательной деятельности является формирование у обучающихся ключевых компетенций, включающих способность учащихся самостоятельно действовать в ситуации неопределенности при решении актуальных для них проблем. Способность решать проблемы, в отличие от сформированных умений и навыков, характеризуется такими составляющими, как мотивы деятельности; умение самостоятельно ориентироваться в источниках информации; умения, необходимые для осуществления определенных видов исследовательской деятельности; теоретические и практические знания, обеспечивающие понимание сущности проблемы и оптимальность выбора путей ее решения.

Понятие *метапредметные компетенции* как системы основных универсальных учебных действий (УУД), основанных на метапредметных знаниях об организации собственных знаний и их присваивании, а также способов, средств, механизмов деятельности, освоенных обучающимися на базе одной или нескольких предметных областей и применяемых при решении проблем в учебных и жизненных ситуациях, предполагает следующие УУД:

1. *Регулятивные*: целеполагание, прогнозирование вариантов развития событий; планирование деятельности по решению поставленных задач; нахождение различных способов решения задач, оценивание полученных результатов, соотнесение своих действий с планируемыми результатами, контроль, коррекция, самооценка, волевая саморегуляция и т. д.

Примеры тестового задания на проверку сформированности регулятивных компетенций:

Элементарная математика. 1) Для решения линейного неравенства нужно: а) применить алгоритм решения линейных неравенств; б) найти аналогичный пример в лекциях; в) найти такое задание в других источниках; г) спросить у преподавателя; д) обратиться к тьютору.

2) Выбравшим в 1 способом решите неравенство $0,2x + 3,4 \geq 0$ и укажите правильный ответ:

а) $[-17; +\infty)$; б) $(-17; +\infty)$; в) $(-\infty; 17)$; г) $[-1,7; +\infty)$; д) $(-1,7; +\infty)$

Математический анализ. 1) Для доказательства, что $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7n+10}{2n} = \frac{7}{2}$ нужно: а) применить

схему доказательства существования предела последовательности; б) найти аналогичный пример в лекциях; в) найти такое задание в других источниках; г) спросить у преподавателя.

2) Доказать выбравшим в 1 способом, что $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7n+10}{2n} = \frac{7}{2}$.

2. *Коммуникативные*: формулирование цели предстоящей деятельности, определение задач для достижения целей, планирование учебного сотрудничества; реализация полноты аргументации в диалоге, владение умениями описывать полученные результаты, самостоятельно формулировать и ясно излагать продуктивные идеи, выдвигать гипотезы и аргументировать их состоятельность, логически непротиворечиво рассуждать, анализировать собственные и чужие ошибки, доказательно обосновывать занимаемую позицию, принимать компромиссное решение, разрешать конфликты, понимать поставленные вопросы и т. д.;

Примеры тестовых заданий на проверку сформированности коммуникативных компетенций:

Элементарная математика. При нахождении промежутков монотонности квадратичной функции учащийся допустил ошибку: $y = x^2 + 5x + 4$; $x \in (-\infty; -4) \cup (-1; +\infty)$. Определите, в чем она заключается:

а) записаны промежутки знакопостоянства квадратичной функции; б) неверно определена абсцисса вершины параболы; в) указаны промежутки изменения значений функции; г) промежутки возрастания и убывания функции не соответствуют направлению «ветвей» графика функции; д) не выполнен анализ задания.

Математический анализ. При вычислении производной функции $f(x) = 3\sin^2 5x$ учащимися допущены ошибки: а) $3\cos^2 5x$; б) $6\cos 5x$; в) $6\sin 5x \cos 5x$; г) $6\sin 5x$. Укажите причины ошибок и вычислите производную данной функции: а) при вычислении не найдена производная от одной из нескольких промежуточных функций; б) продемонстрировано незнание основ дифференцирования сложной функции; в) не учтено, что надо было последовательно найти производные от всех промежуточных функций; г) допущены ошибки при вычислении производной степенной и тригонометрической функций.

3. *Познавательные*: искать и выделять необходимую информацию; осуществлять сравнение, анализ, синтез, классификацию, обобщение, делать выводы, строить доказательство; устанавливать причинно-следственные связи, ориентироваться в разнообразных информационных источниках, оценивать их достоверность; владеть видами информации и т. д.

Примеры тестовых заданий на проверку сформированности познавательных компетенций:

Элементарная математика. При выполнении задания: «Какие из данных чисел: а) $11^{\log_{11} 5}$; б) $\log_5 \sqrt{5}$;

в) $\log_5 \sqrt{2} + \log_5 \sqrt{12,5}$; г) $\left(\frac{1}{5}\right)^{\log_5 8}$ являются рациональными?» нужно воспользоваться: а) свойством

логарифмов; б) определением логарифма числа; в) основным логарифмическим тождеством; г) свойствами степени; д) свойствами корня.

Математический анализ. Установить порядок действий для выполнения задания «Исследовать на экстремум функцию»: а) найти область определения функции; б) найти нули функции; в) отметить на координатной прямой нули функции; г) найти производную функции; д) найти критические точки, принадлежащие области определения функции; е) отметить на координатной прямой критические точки функции; ж) найти промежутки знакопостоянства функции; з) найти промежутки знакопостоянства производной функции; и) указать точки, при переходе через которые функция меняет знак; к) указать точки, при переходе через которые производная функции меняет знак; л) указать точки минимума и максимума.

В. К. ПЧЕЛЬНИК

УО ГрГУ им. Я. Купалы (г. Гродно, Беларусь)

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ ДИАГОНАЛЬНЫХ МИНОРОВ МАТРИЦЫ ПЕРЕМЕННОГО РАЗМЕРА В MS EXCEL

Диагональным минором матрицы A [2] называется минор, диагональные элементы которого являются диагональными элементами матрицы A . Диагональные миноры можно использовать для определения коэффициентов характеристического многочлена матрицы.

Приведем реализацию вычислительной схемы получения диагональных миноров матрицы размерности $2 \leq n \leq 9$ в электронных таблицах MS EXCEL. Воспользуемся алгоритмом генерации всех подмножеств заданного множества [2]. В нашем случае элементами множества являются десятичные числа 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Начинаем работу с массива 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1. Следующее подмножество получается поиском первой справа цифры «0». При нахождении такого элемента заменяем его единицей, а расположенные справа от него цифры (если такие есть) заменяются нулями. Остальные цифры остаются без изменений. Процесс продолжается до тех пор, пока поиск «0» не даст нужного результата. На рисунке 1 исходный массив расположен в диапазоне B5:J5. В ячейку K5 помещена формула (1). В ячейку U6 помещена 1. Для установления позиции первого справа нуля формируем текст в соответствии с формулами (2–3) (ячейки J6 и T6 соответственно). Формулы (2) – (3) распространяем влево до ячеек B6 и L6 соответственно. В ячейку Z5 помещаем "". В ячейку AA5 вводим формулу (4) и распространяем ее на диапазон AB5:A15. В ячейку AL5 вводим формулу (5) и распространяем ее на диапазон AM5:AT5.

$$=ЕСЛИ(A5<>"";СЧЁТЕСЛИ(B5:J5;1);"") \quad (1)$$

$$=ЕСЛИ(И(J\$4<>"";\$A6<>"");ЕСЛИ(J5+U6=2;0;J5+U6);"") \quad (2)$$

$$=ЕСЛИ(И(T\$4<>"";\$A6<>"");ЕСЛИ(J5+U6=2;1;0);"") \quad (3)$$

$$=ЕСЛИ(И(B\$4<>"";\$A5<>"");ЕСЛИ(B5=1;B\$4&Z5;Z5);"") \quad (4)$$

$$=ЕСЛИ(И(\$AI5<>"";AL\$4<>"");ЕСЛИ(ПСТР(\$AI5;AL\$4;1)<>""; ЗНАЧЕН(ПСТР(\$AI5;AL\$4;1));"");"") \quad (5)$$

Распространяем формулы (1)–(5) до строки с номером 515. В диапазоне AL5:AT515 получены все наборы индексов диагональных миноров (рисунки 1–2).

Заданная матрица расположена в диапазоне BS20:CA28 (рисунок 3). Перенос индексов диагонального минора с заданным номером в диапазон BS5:CA5 выполнен формулой (6), которая помещена в ячейку BS5 и затем распространена вправо на указанный диапазон. В ячейку BR6 помещена формула (7), которая затем распространена вниз до ячейки BR14 (рисунок 3).

$$=ЕСЛИ(ЕОШИБКА(ВПР(\$BR\$5;\$AK\$5:\$AT\$515;AL4+1;ЛОЖЬ));""; ВПР(\$BR\$5;\$AK\$5:\$AT\$515;AL4+1;ЛОЖЬ)) \quad (6)$$

$$=ЕСЛИ(K6<>"";СМЕЩ(BS\$5;0;CD6-1;1);"") \quad (7)$$

Рисунок 1. – Начало формирования индексов диагональных миноров для n=9

484	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
485	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
486	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
487	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
488	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
489	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
490	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
491	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
492	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
493	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
494	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
495	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
496	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
497	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
498	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
499	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
500	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
501	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
502	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
503	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
504	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
505	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
506	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
507	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
508	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
509	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
510	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9
511	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8	7	8	9	6	7	8	9

Рисунок 2. – Завершение формирования индексов диагональных миноров для n=9

	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD
5	205	1	3	4	7	8						5	122
6	1	3	1	2	4	3							1
7	3	2	4	4	1	3							2
8	4	3	2	2	2	3							3
9	7	3	4	1	4	2							4
10	8	4	1	4	3	3							5
11													6
12													7
13													8
14													9
15													
16													
17													
18													
19	23	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
20	1	3	2	1	2	1	3	4	3	2			
21	2	4	3	1	2	4	1	2	2	5			
22	3	2	4	4	4	3	1	1	3	4			
23	4	3	1	2	2	4	1	2	3	0			
24	5	3	4	4	3	3	3	1	4	4			
25	6	3	2	1	2	4	2	1	4	-3			
26	7	3	3	4	1	3	1	4	2	2			
27	8	4	4	1	4	2	2	3	3	1			
28	9	2	-3	-3	-3	3	-1	-5	0	-5			

Рисунок 3. – Перенос индексов диагонального минора

$$=ЕСЛИ(И($BR6<>"";B5$5<>"");ВПР($BR6;$BR$20:$CAS28; B5$5+1;ЛОЖЬ);"") \quad (8)$$

Элементы минора переносятся из заданной матрицы формулой (8), помещенной в ячейку BS6 и распространенной затем на диапазон BS6:CA14.

На рисунках 4 и 5 представлены диагональные миноры с номерами 245 и 345 соответственно.

	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA
5	245	1	3	5	6	7	8			
6	1	3	1	1	3	4	3			
7	3	2	4	3	4	1	3			
8	5	3	4	3	3	1	4			
9	6	3	1	4	2	1	4			
10	7	3	4	3	1	4	2			
11	8	4	1	2	2	3	3			
12										
13										
14										

Рисунок 4. – Диагональный минор с номером 245 для n=9

	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CE
5	345	1	4	5	7	9					
6	1	3	2	1	4	2					
7	4	3	2	4	2	0					
8	5	3	3	3	1	4					
9	7	3	1	3	4	2					
10	9	2	-3	3	-5	-5					
11											
12											
13											
14											
15											

Рисунок 5. – Диагональный минор с номером 345 для n=9

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики / Б. П. Демидович, И. А. Марон – М. : Наука, 1966. – 664 с.
2. Долинский, М. С. Алгоритмизация и программирование на TurboPascal: от простых до олимпиадных задач / М. С. Долинский – СПб. : Питер, 2005. – 237 с.

ИЗ ОПЫТА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

В связи с возросшей ролью математики в современной науке и технике будущие специалисты нуждаются в серьезной математической подготовке. В последнее время преподаватели сталкиваются с рядом проблем, таких как снижение базовой математической подготовки первокурсников; уменьшение аудиторных часов на изучение дисциплины; отсутствие мотивации к обучению у студентов и другие.

Одной из наиболее острых проблем первокурсников при изучении математических дисциплин является неумение работать с теоретической информацией. Особенно в первом семестре, когда происходит адаптация вчерашнего школьника к студенческому образу жизни.

В рамках обеспечения студента необходимыми учебно-методическими материалами положительный эффект при проведении практических занятий по математическим дисциплинам носит создание преподавателем раздаточных материалов в виде таблиц с основным кратким теоретическим материалом по теме или разделу. Приведем пример одной из таблиц, используемых при изучении раздела «Интегральное исчисление».

Памятка по интегралам

Интегралы с участием линейных функций	$\int \frac{dx}{x+a} = \int \frac{d(x+a)}{x+a} = \ln x+a + C$
	$\int \frac{dx}{kx+b} = \frac{1}{k} \int \frac{d(kx+b)}{kx+b} = \frac{1}{k} \ln kx+b + C$
	$\int f(kx+b) dx = \frac{1}{k} \int f(kx+b) d(kx+b) = \frac{1}{k} \int f(u) du$
Интегралы вида $\int \frac{x+a}{x+b} dx, \int \frac{x^2+a}{x^2+b} dx$	$\int \frac{x+a}{x+b} dx = \int \frac{(x+b)+(a-b)}{x+b} dx = \int dx + (a-b) \int \frac{d(x+b)}{x+b} =$ $= x + (a-b) \ln x+b + C$
	$\int \frac{x^2+a}{x^2+b} dx = \int \frac{(x^2+b)+(a-b)}{x^2+b} dx = \int dx + (a-b) \int \frac{dx}{x^2+b} =$ $= x + (a-b) \cdot \frac{1}{\sqrt{b}} \arctg \frac{x}{\sqrt{b}} + C$
Степенные функции отличаются на один порядок $\int \frac{x^\alpha}{x^{\alpha+1}+b} dx;$	$\int \frac{x^\alpha}{x^{\alpha+1}+b} dx = \frac{1}{\alpha+1} \int \frac{d(x^{\alpha+1}+b)}{x^{\alpha+1}+b} = \frac{1}{\alpha+1} \ln x^{\alpha+1}+b + C$
	$\int x^\alpha f(x^{\alpha+1}+b) dx = \frac{1}{\alpha+1} \int f(x^{\alpha+1}+b) d(x^{\alpha+1}+b) =$ $= \frac{1}{\alpha+1} \int f(u) d(u)$
Метод интегрирования по частям $\int u dv = uv - \int v du$ (удавился у всех на виду) для определенного интеграла $\int_a^b u dv = uv \Big _a^b - \int_a^b v du$	1. $\int P(x)a^{kx} dx, \int P(x)e^{kx} dx, \int P(x) \sin kx dx, \int P(x) \cos kx dx$ Принимают $u = P(x)$. 2. $\int P(x) \cdot \ln x dx, \int P(x) \cdot \text{обр. триг. ф.} dx$ Принимают $u = \ln x$ или $u = \text{обр. триг. ф.}$. 3. $\int e^{ax} \cdot \sin bx dx, \int e^{ax} \cdot \cos bx dx$ – два раза по частям до получения исходного интеграла; затем выразить интеграл как из уравнения.
Интегрирование квадратного трехчлена в знаменателе дроби $\int \frac{Ax+B}{x^2+px+q} dx,$ $\int \frac{Ax+B}{\sqrt{x^2+px+q}} dx$	Разбить на два интеграла: первый поднесением под знак дифференциала, второй – выделением полного квадрата $\int \frac{Ax+B}{x^2+px+q} dx = \int \frac{\frac{A}{2}(2x+p) + \left(B - \frac{Ap}{2}\right)}{x^2+px+q} dx =$ $= \frac{A}{2} \int \frac{d(x^2+px+q)}{x^2+px+q} + \left(B - \frac{Ap}{2}\right) \int \frac{dx}{x^2+2\frac{p}{2}x + \frac{p^2}{4} + q - \frac{p^2}{4}} =$ $= \frac{A}{2} \ln x^2+px+q + \left(B - \frac{Ap}{2}\right) \int \frac{d\left(x + \frac{p}{2}\right)}{\left(x + \frac{p}{2}\right)^2 + \left(q - \frac{p^2}{4}\right)} - \text{табл.}$

	С корнем аналогично
Интегрирование иррациональных функций $\int R(x, \sqrt[n]{x^m}, \sqrt[q]{x^p}, \dots, \sqrt[s]{x^r}) dx$	Вычисляются с помощью подстановки: $x = t^k$, где $k = \text{НОК}(n, q, \dots, s)$. Тогда $dx = kt^{k-1} dt$.
Определенный интеграл	Формула Ньютона-Лейбница $\int_a^b f(x) dx = F(x) _a^b = F(b) - F(a)$

Эффективность использования подобных наглядных материалов подтверждается практикой: активизирует студентов, возбуждает их внимание и тем самым помогает их развитию, способствует более прочному усвоению материала, даёт возможность экономить время.

Д. И. РАДЮК

УО МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

На современном этапе развития профессионального образования активно развиваются новые педагогические технологии. В частности, в качестве одного из основных инструментов контроля качества образования развиваются тестовые технологии.

Приведем опыт применения тестовых технологий при проведении экзамена по дисциплине «Высшая математика» в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ при обучении студентов по специальностям «Медицинская экология» и «Медико-биологическое дело».

Дисциплина «Высшая математика» изучается на данных специальностях в рамках первого семестра первого курса с итоговым контролем в виде экзамена. В процессе обучения преподаватель сталкивается с вполне ожидаемыми трудностями, одной из которых является неготовность студентов, считающих своими профильными дисциплинами предметы химико-биологического профиля, к изучению математики. Для успешной организации учебного процесса кажется целесообразным предложить студентам данных специальностей сдавать экзамен не в традиционной форме, а в виде своеобразного теста. Например,

Часть А

Выполните задание. В таблице ответов под номером задания (А1 – А3) запишите номер выбранного вами ответа.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	РЕЙТИНГ
А1. Формула умножения комплексных чисел $z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$, $z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$ 1) $z_1 z_2 = r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2))$; 2) $z_1 z_2 = r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 \varphi_2))$; 3) $z_1 z_2 = (r_1 + r_2)(\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2))$; 4) $z_1 z_2 = (r_1 + r_2)(\cos(\varphi_1 \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 \varphi_2))$.	1
А2. Закончите верно утверждение: <i>Прямая $x = a$ является вертикальной асимптотой графика функции $y = f(x)$, если...</i> 1) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = a$; 2) $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$; 3) $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = 0$; 4) $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = a$.	1
А3. Закончите правильно утверждение: <i>График дважды дифференцируемой на интервале (a, b) функции $y = f(x)$ является выпуклым на этом интервале, если...</i> 1) $f''(x) < 0$; 2) $f''(x) > 0$; 3) $f'(x) > 0$; 4) $f'(x) < 0$.	1

Часть В

Выполните задание. В таблице ответов под номером задания (В1 – В2) запишите ответ на поставленный вопрос.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	РЕЙТИНГ
B1. Сформулируйте геометрический смысл определенного интеграла.	1
B2. Как изменится определитель матрицы A_3 , если все элементы первой строки увеличить в два раза, а все элементы третьей строки увеличить в три раза?	1

Часть С

К каждому заданию теста В даны четыре варианта ответа, из которых только один является верным. Выполните задание. В таблице ответов под номером задания (С1 – С3) запишите номер выбранного вами ответа.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	ВАРИАНТЫ ОТВЕТА	РЕЙТИНГ
C1. Определите, при каком значении m векторы $\vec{a} = (2, -5, -1)$ и $\vec{b} = (m, 0, -2)$ ортогональны.	1) 0; 2) -1; 3) 1; 4) -1,5.	1
C2. Вычислите $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x^2 - 2x}$.	1) ∞ ; 2) 2; 3) 0; 4) -2.	1
C3. Вычислите $y'(0)$, если $y = \log_3(x^2 + 3x - 1)$.	1) -3; 2) $\ln 3$; 3) $\frac{1}{\ln 3}$; 4) $-\frac{3}{\ln 3}$.	1

Часть D

Выполните задание. В таблице ответов под номером задания (D1 – D2) запишите полученный вами ответ.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	РЕЙТИНГ
D1. Найдите сумму элементов матрицы $A \cdot B$, если $A = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$.	1
D2. Вычислите $\int_0^{\pi} x \sin x dx$.	1

Предлагаемая структура теста предусматривает теоретическую и практическую части, содержит варианты заданий с выбором ответа и задания открытой формы. Таким образом, студент должен понимать, что для успешной аттестации ему необходимо владеть основными теоретическими фактами и успешно применять их при решении задач.

К основным преимуществам такой формы проведения экзамена можно отнести: объективность (исключается фактор субъективного влияния экзаменатора), валидность (количество заданий теста позволяет охватить больший объем изучаемого материала), демократичность (все находятся в равных условиях), эффективность (возможность за определенный установленный промежуток времени проэкзаменовать большое количество студентов), технологичность (простота проверки результатов).

Т. А. РОМАНЧУК

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

САМОРАЗВИТИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Стремительный прогресс практически во всех сферах жизнедеятельности общества предъявляет все более высокие требования к современным специалистам, в первую очередь к молодым, ведь именно от них ждут новых идей и разработок. Очевидно, что подготовить инициативного и творческого специалиста может только преподаватель, сам обладающий этими чертами. Именно от преподавателя зависит, насколько полно будет раскрыт потенциал студента, насколько увлечен он будет тем или иным предметом и, наконец, насколько компетентным специалистом он выйдет из стен университета. Таким образом, профессиональная состоятельность преподавателя – один из ключевых факторов, влияющих на весь учебный процесс.

Сегодня успешным может быть только тот, кто готов к постоянному саморазвитию и самосовершенствованию, но именно для преподавателей это приобретает особое значение и важность. Чтобы учить чему-то других, нужно знать намного больше их. Количество информации, а значит, и знаний увеличивается с каждым днем, а наличие Интернета делает их общедоступными, в результате этого коренным образом меняется роль преподавателя – он перестает быть единственным источником знаний, а становится скорее руководителем, который помогает и направляет студента. В то же время это не так легко – заставить современных студентов слушаться; для них уже нет непререкаемого авторитета преподавателя, как это было когда-то, их можно только заинтересовать и увлечь, а для этого преподаватель должен быть не только узким (пусть и выдающимся) специалистом в своем предмете, но и разносторонне развитым, интересным человеком.

При всей важности саморазвития это не то, к чему можно работника принудить. Желание личностного и профессионального развития сугубо индивидуально и должно идти «изнутри» человека. Это, в свою очередь, возможно лишь в том случае, когда человек способен к самоанализу и осознанию своих профессиональных неудач или ошибок, а также к пониманию тех широчайших возможностей, которые есть сейчас для углубления и совершенствования знаний практически в любой области.

В каком же направлении может развиваться преподаватель?

В первую очередь, это углубление знаний по своему предмету. Правда, здесь возникают некоторые аспекты. Уровень студентов-первокурсников, к сожалению, с каждым годом падает, и приходится констатировать тот факт, что при подготовке к практическим занятиям, выбираешь задачи попроще, те, которые требуют меньшего количества действий, т. к. у студентов существует серьезная проблема с логикой и мышлением, с построением цепочки рассуждений. К тому же постоянное сокращение количества аудиторных часов приводит к тому, что успеваешь разобрать и отработать только типовые задачи, а на что-то нестандартное просто не хватает времени. В такой ситуации поддерживать в себе желание постоянного профессионального развития не очень просто. Аналогичным образом обстоит дело и с лекциями: последнее время все чаще приходится слышать вопросы: а зачем нам эти доказательства, а нам, что придется учить их на экзамен и т. д. Да, с одной стороны, наверное, будущему инженеру более важно знать какую-то формулу и уметь применять на практике, но с другой – именно доказательства развивают логическое мышление, интуицию, способность анализировать. Выходом из этой ситуации для преподавателя, как нам кажется, может стать изучение приложений математики в других дисциплинах. Это самым положительным образом скажется и на мотивации студентов: ведь если начинать объяснение определенного интеграла не с его построения, а, например, с его применения в экономике, то это значительно повысит интерес к предлагаемой теме.

Вторым важным направлением является повышение своего методического уровня. Очень часто (особенно у молодых преподавателей) происходит копирование стиля и методик их собственных преподавателей: «раз меня так учили и иногда очень успешно» – значит это хорошо и правильно, и я тоже буду так работать. Зачастую этот стереотип очень мешает профессиональному мастерству и росту. Сегодняшние студенты – это поколение абсолютно другого типа со своими особенностями, которые преподаватель обязательно должен учитывать, если он хочет, чтобы учебный процесс был максимально эффективным. К сожалению, эти особенности не всегда положительны: сейчас студенты крайне нетерпеливы, у них нет старания и усидчивости (если задача решается сразу – хорошо, если нет – значит и не надо); выросшие во время безграничного доступа ко всевозможной информации – они практически ничего не запоминают, считая, что им это не нужно, ведь одно нажатие кнопки – и любая формула или даже готовое решение будет перед ними. О каком творческом и инициативном специалисте в будущем можно говорить в этом случае? Конечно, равнодушный преподаватель будет стараться переломить и исправить такую ситуацию, однако курс математики не так велик и к тому моменту, когда ты организуешь правильную работу в группе, оказывается, что курс уже заканчивается и тебе дают новых студентов, с которыми опять приходится начинать все заново. Да, в этом состоит определенная специфика работы университетского преподавателя (школьный учитель математики в одном классе может работать и пять, и шесть лет), и отчасти именно этот факт также способствует повышению его методического уровня, приводит к поиску более оптимальных и эффективных способов и приемов обучения. Возможностей для этого много: это и разнообразная методическая литература, курсы повышения квалификации (их тематика столь обширна, что каждый может выбрать то, что интересно именно ему), просмотр видеоуроков в интернете, посещение занятий других преподавателей. Это, наверное, тот случай, когда готового ответа сразу не получишь, но везде можно по крупице найти что-то полезное для себя. А, может, опираясь на собственный опыт, кто-то разработает и свой личный метод обучения?

Широкие возможности для повышения качества обучения, а значит и методического уровня преподавателя, дают компьютерные технологии. Это касается как лекционных, так и практических занятий. Как лектор могу сказать, что при объяснении некоторых тем (в первую очередь по геометрии:

прямая и плоскость в пространстве, линии и поверхности второго порядка, а также таких как непрерывность функций или приложения определенного интеграла) мультимедийная презентация, созданная в Microsoft PowerPoint, просто незаменима: материал становится более наглядным и при этом экономится много времени, необходимого для построения чертежа на доске. Однако этому в университете не учат – вот и получается одно из наиболее актуальных направлений для саморазвития, к тому же компьютерные технологии совершенствуются с каждым днем, а значит, с каждым днем появляются какие-то новые возможности. Посещая курсы повышения квалификации, организованные РИВШ, нами были открыты возможности использования компьютера для контроля знаний, причем не столько для итогового (на экзамене хочется все-таки поговорить со студентом), сколько для текущего. Существующие программы позволяют создавать как теоретические, так и практические тесты, как с одним вариантом ответа, так и с несколькими, с выбором ответа и с вводом его с клавиатуры. Это тоже широкое поле для саморазвития.

И последнее направление – это психология. После окончания университета и прихода на работу, понимаешь, что сугубо профессиональных знаний недостаточно, чтобы организовать успешную работу, необходимо учитывать и психологические особенности студентов: кто-то более коммуникабелен и любит работать в группе, другой предпочитает самостоятельную форму работы; кто-то, будучи уверенным в себе, с удовольствием идет к доске, другой, наоборот, тушется и стесняется; кто-то соображает быстрее, кто-то отстает от общей работы и требует чуть большего к себе внимания со стороны преподавателя – и это лишь некоторые моменты, которые обязательно нужно учитывать при подготовке к занятиям.

В заключение хотелось бы отметить, что профессия преподавателя – одна из самых творческих и интересных, требующая постоянного саморазвития и совершенствования.

**И. В. СЕМЧЕНКО¹, А. Ф. ЗАБАШТА², А. С. ФЕДОТОВ³,
Д. Л. КОВАЛЕНКО¹, А. Л. САМОФАЛОВ¹, А. К. ФЕДОТОВ⁴**

¹ГГУ имени Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

²Рижский технический университет (г. Рига, Латвия)

³Белорусский государственный университет (г. Минск, Беларусь)

⁴НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ (г. Минск, Беларусь)

ПЕРСПЕКТИВЫ УЧАСТИЯ УНИВЕРСИТЕТОВ БЕЛАРУСИ В ПРОГРАММЕ ERASMUS+ (АКРОНИМ CybPhys)

С ноября 2019 года ГГУ имени Ф. Скорины и другие белорусские ВУЗы принимают участие в проекте «Развитие направленного на студентов практико-ориентированного образования в области моделирования киберфизических систем» (акроним CybPhys) программы Европейского союза ERASMUS+. Указанная программа направлена, в первую очередь, на развитие и согласование образовательных систем государств Европы в духе болонской системы, в том числе на обмен студентами и преподавателями между университетами. Программа предоставляет возможность обучаться, проходить стажировки или преподавать в другой стране, участвующей в проекте. В этом смысле программа «ERASMUS+» направлена на повышение качества образования в Европе, развитие мобильности и культурных связей студентов европейских и соседних с ЕС стран.

Помимо ГГУ имени Ф. Скорины в проекте принимают участие Белорусский государственный университет (Минск) – координатор проекта с белорусской стороны, Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина (Мозырь), НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ (Минск), Черниговский национальный технологический университет (Чернигов, Украина), Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (Харьков, Украина), Криворожский национальный университет (Кривой Рог, Украина), Рижский технический университет (Рига, Латвия) – координатор проекта, Лёвенский католический университет (Брюгге, Бельгия), Кипрский университет (Никосия, Кипр).

Киберфизические системы (КФС) представляют собой электронные системы, компоненты и программное обеспечение, взаимодействующие с физическими системами и их окружением, которые расширяют возможности воспринимать, наблюдать, анализировать и контролировать устройства, компоненты и процессы в различных областях их применения. КФС способны обеспечивать решения на стыке разных областей с быстрым выходом на рынки, что дает существенный экономический выигрыш и развитие в секторах, важнейших для экономики, а также позволяет привлекать инновации и справиться с «новой цифровой трансформацией» стран Европы и Республики Беларусь.

В 2018 году в рамках подготовки формы заявки для будущего проекта ERASMUS+ (CybPhys), партнеры проекта получили ценный опыт по исследованию потребностей рынка труда. Был проведен предварительный опрос профессиональных ассоциаций, исследовательских институтов и университетов как потенциальных работодателей для выпускников первой ступени высшего образования

и магистратуры. Опрос был направлен на изучение специфических потребностей рынка труда в Беларуси в области моделирования КФС при реализации перехода к Болонским принципам в образовании.

Проект SubPhys ориентирован на модернизацию учебных программ с учетом результатов анализа потребностей рынка труда и прогноза его развития в ближайшем будущем с учетом рекомендаций неправительственных организаций, проектных центров, исследовательских институтов и вузов Беларуси и Украины. Данные, полученные в результате этого опроса, предназначены для разработки будущих моделей и учебных программ для студентов и магистрантов в области прикладной физики и инженерных специальностей.

Содержание анкеты учитывало национальные особенности рынка труда в Беларуси. Заполненные анкеты позволили оценить актуальность различных направлений подготовки специалистов в области КФС в соответствии со шкалой Лайкерта – от 1 (не применимо) до 5 (очень важно).

В опросе приняли участие 15 респондентов: из НИИ НАН Беларуси – 5, вузов и их научно-исследовательских институтов – 8, частных предприятий – 2. Был задан вопрос: в какой степени респонденты имели предыдущий опыт работы с промышленными проектами и моделированием КФС? Опыт работы над проектами, связанными с компьютерным моделированием физических процессов и киберфизических систем, имели 11 респондентов из 15. На вопрос об опыте моделирования физических процессов и КФС «да» ответили 8 респондентов, а 7 респондентов не имели такого опыта.

В рамках опроса было выявлено семь наиболее важных направлений для подготовки специалистов в соответствии с восприятием респондентов (рисунок 1). В части вопросника «Проектирование и моделирование» респонденты оценивали актуальность инструментов промышленного проектирования (рисунок 2).

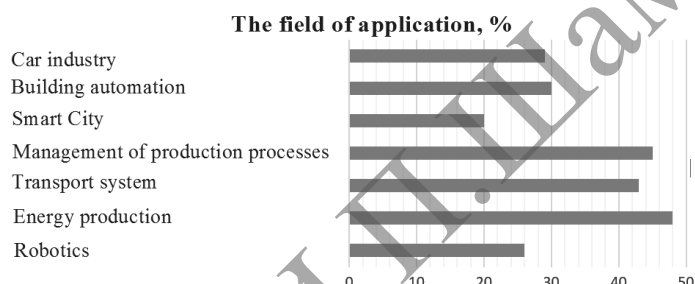


Рисунок 1. – Результаты опроса по семи наиболее важным направлениям подготовки специалистов в области КФС

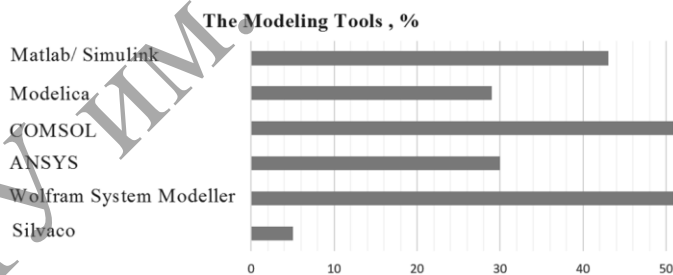


Рисунок 2. – Результаты опроса актуальности применения инструментов проектирования в области киберфизических систем

Большинство респондентов отдали предпочтение использованию программных пакетов COMSOL и Wolfram System Modeler, именно поэтому одной из задач проекта для ГГУ имени Ф. Скорины является покупка лицензионного программного обеспечения Wolfram Mathematica.

Проведенное анкетирование позволит разработать и внедрить новые учебные курсы и лабораторные практикумы по моделированию КФС, связанные с инновационными физико-математическими и техническими проблемами в интересах наукоемких отраслей промышленности в тесном сотрудничестве с профессиональными объединениями, высокотехнологичными компаниями и научно-исследовательскими учреждениями Беларуси. Проект поможет студентам, магистрантам и преподавателям принять участие в обучении и тренингах по актуальным направлениям использования КФС, по совершенствованию языковой подготовки; повысить свою мобильность, используя стажировки в европейских университетах; укрепить контакты и взаимоотношения с гражданами Украины и других европейских стран.

А. И. СЕРЫЙ

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

К ВОПРОСУ О ЗАМЕДЛЕНИИ ВРЕМЕНИ В СПЕЦИАЛЬНОЙ И ОБЩЕЙ ТЕОРИЯХ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

В ряде курсов по основам теории относительности не делается четкого разграничения между эффектами, относящимися к специальной теории относительности (СТО) и общей теории относительности (ОТО). Примером может служить параграф о замедлении хода часов в гравитационном поле [1, с. 661–665] в рамках курса, посвященного в основном СТО [1, с. 620–674]. Дополнительные трудности при изучении основ СТО, испытываемые студентами, могут быть обусловлены тем, что некоторые эффекты СТО не могут наблюдаться в «чистом» виде, на чем не всегда акцентируется внимание авторами учебных пособий. Приведем примеры.

1. На аберрацию звезд налагается годичный параллакс (именно его пытался обнаружить Брайден, хотя точность его приборов позволила обнаружить лишь аберрацию). 2. Поскольку ни один стержень не является идеально жестким, при его разгоне до релятивистских скоростей он будет испытывать не только лоренцево сокращение, но и деформацию механического характера (сжатие или растяжение в зависимости от точки приложения разгоняющей силы). 3. При экспериментальной проверке эффекта замедления времени для движения макроскопических тел (например, самолетов) приходится учитывать как кинематический вклад, относящийся к СТО, так и гравитационный, относящийся к ОТО.

Аналогичные примеры можно привести из других разделов физики. Так, прямой первичный пирозлектрический эффект в некоторых кристаллах настолько мал, что в чистом виде его нельзя обнаружить, т. к. он полностью маскируется вторичным и третичным эффектами [2, с. 160–169].

Рассмотрим подробнее вопрос о разновидностях релятивистского замедления времени в экспериментах с макроскопическими телами. Сложности усвоения соответствующей информации студентами могут быть обусловлены тем, что: а) оба известных эксперимента были осуществлены учеными США; б) оба эксперимента были поставлены в 1970-е годы; в) в обоих экспериментах использовались самолеты; г) в обоих экспериментах использовались часы, установленные на Земле и на самолетах; д) в обоих экспериментах приходилось учитывать вклад замедления времени, относящийся к СТО и ОТО. Поскольку в указанных экспериментах преследовались прямо противоположные цели – сделать максимальным один из вкладов (в одном эксперименте – от СТО, а в другом – от ОТО) и минимизировать (или вовсе исключить) другой, следует выполнить сравнительный анализ этих экспериментов в виде таблицы, приведенной ниже и составленной на основе материала [1, с. 649, 650, 664].

Таблица 1. – Сравнительная характеристика основных экспериментов по проверке замедления времени для макроскопических тел

Цель эксперимента – измерить для макроскопических тел	Кинематический эффект замедления времени (т. е. предсказываемый в рамках СТО)	Гравитационный эффект замедления времени (т. е. предсказываемый в рамках ОТО)
1.1. Авторы	Хафеле, Китинг	Физики Мерилендского университета
1.2. Время постановки	1971 г.	1976 г.
2.1. Где летали самолеты (на высоте около 10 км)	Вокруг земного шара в восточном и западном направлениях	Недалеко от места проведения эксперимента
2.2. Время полета (в часах)	Более 65 – на восток, более 80 – на запад	Около 15
2.3. Использовались часы	На самолетах и на Земле (в Морской обсерватории в Вашингтоне)	На самолетах и на Земле
3.1. Результаты измерений «нужного» вклада	Около –180 нс при движении на восток, около +100 нс – на запад	Около +50 нс
3.2. Какая поправка являлась «помехой»	Гравитационная (от +140 до +180 нс), сравнимая с кинематической составляющей	Кинематическая (– 7 нс), в несколько раз меньшая гравитационной составляющей
3.3. Какие меры принимались в связи с «помехой»	При вычитании показаний часов при полетах в противоположных направлениях гравитационная поправка исключается	Для минимизации кинематического вклада самолеты летали с относительно небольшой скоростью

Сравнительный анализ эффектов СТО и ОТО в виде таблиц можно осуществлять как вручную, так и через составление баз данных с последующим отображением информации в табличной форме. Соответствующие задания могут быть предложены студентам физических специальностей на лабораторных занятиях по информационным технологиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – Т. 3 : Электричество. – 688 с.

А. И. СЕРЫЙ

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИЗАЦИИ СВЕДЕНИЙ ОБ ОСНОВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ В КУРСЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

При изучении основ специальной теории относительности (СТО) студенты нередко испытывают трудности, связанные с систематизацией сведений об экспериментальной составляющей СТО. Обычно это проявляется в недостаточном умении: а) отличить экспериментальные основания СТО от экспериментальных подтверждений следствий из постулатов СТО; б) различать понятия «опыт, имеющий важное значение для СТО» и «релятивистский эффект».

Ситуация осложняется тем, что в большинстве курсов СТО приводятся примеры: а) относящиеся к экспериментальным основаниям СТО, но исторически появившиеся после создания СТО (а не только до ее создания); б) относящиеся к экспериментальным подтверждениям следствий постулатов СТО, но экспериментально обнаруженные еще до создания СТО (а не только после ее создания). Кроме того, следует подчеркивать (причем не только в рамках курса СТО, но и в процессе преподавания любых разделов физики), что: а) не всякий опыт направлен на обнаружение эффекта (бывают опыты по измерению значений физических величин или фундаментальных констант, например, скорости света); б) не всякий опыт бывает результативным (по причине низкой точности или отсутствия эффекта в принципе, что, однако, еще нужно доказать).

Для более четкой систематизации сведений по указанным вопросам (и другим классификационным признакам) ниже предложены таблицы 1–4 (составленные на основе [1, с. 383–387; 2, с. 27–28; 3, с. 548–549; 4, с. 620–674]), которые могут быть использованы в образовательном процессе для обобщения и закрепления материала по СТО.

Таблица 1. – Примеры, демонстрирующие различие между понятиями «опыт» и «эффект»

Опыты	По обнаружению эффекта	По измерению значения величины
Без ожидаемого результата	Опыт Майкельсона-Морли (эфирный ветер не обнаружен)	Исторически первые опыты по измерению скорости света
С определенным результатом	Опыт Брадлея (обнаружена абберрация; хотя здесь же была измерена и скорость света)	Опыты по измерению скорости света, начиная с Ремера

Таблица 2. – Примеры, относящиеся к экспериментальным основаниям СТО и экспериментальным подтверждениям следствий постулатов СТО

	Экспериментальные основания СТО	Подтверждения следствий постулатов СТО
Установленные до создания СТО	Опыты Физо, Фуко, Майкельсона-Морли	Эффект Доплера продольный; абберрация света
Подтвержденные после создания СТО	Наблюдения де Ситтера, опыты с гамма-квантами от релятивистских ядер и ЭЧ; поздние опыты Майкельсона по измерению скорости света	Эффект Доплера поперечный; неквадратичная зависимость кинетической энергии от скорости; время жизни релятивистских частиц

Содержание указанных таблиц можно дополнять другими примерами, что можно предложить учащимся в качестве самостоятельных заданий.

Важным также является вопрос об экспериментальном обосновании второго постулата СТО, формулировку которого можно разбить на несколько частей. В таблице 3 в упорядоченном виде представлены основные сведения о последовательной экспериментальной проверке всех частей этого постулата. Последние 2 части получили подтверждение уже после создания СТО, что является дополнением к соответствующим примерам, приведенным в таблице 2. Следует отметить, что такой систематизации также не уделяется достаточного внимания во многих курсах СТО.

Таблица 3. – Экспериментальное обоснование отдельных частей второго постулата СТО

Формулировка части постулата	Соответствующие опыты	Т. е. были поставлены
1. Скорость света (СС) конечна	Начиная с Ремера (1676 г.) и позже	До создания СТО (до 1905 г.)
2. СС одинакова по всем направлениям	Майкельсона (1881 г.) и позже	До создания СТО (до 1905 г.)
3. СС одинакова во всех ИСО	Кеннеди и Торндайка (1932 г.)	После создания СТО (после 1905 г.)
4. СС не зависит от относительной скорости движения источника и приемника	Начиная с де Ситтера (1913 г.) и позже	После создания СТО (после 1905 г.)

Также представляет интерес более подробная классификация примеров экспериментального подтверждения следствий из СТО, приведенная в таблице 4.

Таблица 4. – Более подробная классификация некоторых примеров экспериментального подтверждения следствий постулатов СТО

Разновидности эффектов	Микроскопические	Макроскопические
Кинематические	Время жизни движущихся элементарных частиц	1) эксперимент Хафеля и Китинга 1971 г. (замедление времени); 2) одно из объяснений регистрации мюонов в атмосфере (сокращение длины)
Оптические (электродинамические)	Допплеровское уширение спектральных линий	1) эффект Допплера; 2) aberrация света
Связанные с потенциальной энергией	Различие между массами «зеркальных» атомных ядер	Энергия ядерных реакций, выделяемая в макроскопических масштабах в ядерных реакторах

В таблицу 4 не включены примеры, относящиеся к релятивистской динамике, поскольку основной эффект релятивистской динамики – неквадратичная зависимость кинетической энергии от скорости – экспериментально подтвержден лишь на микроскопическом уровне (для элементарных частиц в ускорителях).

Дополнение указанных таблиц конкретными примерами можно осуществлять как вручную, так и через составление баз данных по основным опытам и эффектам СТО с последующим отображением информации в табличной форме. Соответствующие задания могут быть предложены студентам физических специальностей на лабораторных занятиях по информационным технологиям. Предложенные таблицы не призваны заменить соответствующие разделы учебников; напротив, использование таблиц может дать наилучший эффект именно после знакомства с учебниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Элементарный учебник физики : учеб. пособие в 3 т. / под ред. Г.С. Ландсберга. – М. : Шрайк, 1995. – Т. III: Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. – 656 с.
2. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол. Д. М. Алексеев [и др.] // М. : Большая рос. энцикл., 1992. – Т. 3. Магнитоплазменный – Пойнтинга теорема. – 672 с.
3. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол. Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Большая рос. энцикл., 1994. – Т. 4: Пойнтинга–Робертсона – Стимеры. – 704 с.
4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.

Н. В. СИЛАЕВ

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ XML-ФОРМАТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Язык разметки XML (eXtensible Markup Language) как язык разметки текста [1, 2] мы используем в настоящий момент, по крайней мере, в следующих случаях:

- при оформлении документирования текста учебных программ, программ курсовых, дипломных и магистерских работ;
- при оформлении структур текстов тестов для системы теоретического тестирования, разработанной и используемой на нашем факультете;
- при оформлении структуры тестов системы практического тестирования для случаев решения задач по темам, связанным со сложными организованными абстрактными типами данных типа «общее/бинарное дерево», «граф» и т. п.

В первом из отмеченных случаев обучаемые (студенты, студенты-дипломники, магистранты) знакомятся и используют средства автоматического формирования документации к разрабатываемым программным проектам в стандартизированной форме. Заметим, что по многолетним наблюдениям, отсутствие навыков составления документации начинающими программистами – это их «ахиллесова пята». При предложенном подходе обучаемые непосредственно убеждаются в том, что формирование документации к программному продукту может выполняться параллельно с написанием кода, а главное – она (документация) оказывается востребованной уже по ходу использования ранее описанного кода.

Во втором случае нами сформулированы определенные шаблоны (структуры) оформления различных частей теоретического теста: его информационной и содержательной частей. Первая из них содержит опять же структурированную информацию о теме теста, содержании основных составляющих теста, замечания для составителя теста, общем количестве вопросов теста и пр. Содержательная часть содержит полную информацию собственно о вопросах теста: их типе, необходимости «перемешивания» списка ответов вопроса, связи текущего вопроса с другими вопросами (для вопросов, организованных в древовидные структуры), собственно текст вопроса, включающий HTML-разметку, время, отводимое на ответ по данному вопросу, варьируемое в зависимости от типа вопроса и т. д.

В третьем случае XML-формат используется для разметки исходных данных тех типов задач, которые нуждаются в структурировании исходной информации. Примером может служить входная информация, используемая для заполнения переменных (экземпляров классов) абстрактных типов данных – например, класса «Дерево». В этом случае за счет используемой разметки указывается нагрузка текущего узла, состав его возможных приемников как в количественном отношении, так и по содержимому их нагрузок. Причем совершенно естественно для XML-формата решается вопрос о вложенности поддеревьев.

Заметим в заключение, что ряд современных интегрированных сред программирования типа Visual Studio позволяет легко формировать XML-форматированные тексты, а высокоуровневые языки программирования (например, C#) позволяют в достаточно простой форме их обрабатывать. Таким образом, серьезное знакомство обучаемых с XML-форматированием текстов является не только актуальным, но и необходимым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павловская, Т. А. C#. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов / Т. А. Павловская. – СПб. : Питер, 2010. – 432 с.
2. Ноутон, П. Java™ 2 / П. Ноутон, Г. Шилдт ; пер. с англ. – СПб. : Петербург, 2007. – 1072 с.

Н. В. СИЛАЕВ, З. Н. СЕРАЯ

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

АБСТРАКТНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ В КУРСЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Очевидно, первыми вариантами описания типов данных (пользовательских типов), задаваемых программистом, были типы языка Pascal раздела type. Подобное программное средство дало первую возможность более адекватного моделирования реальности. Дальнейшим продвижением в данном направлении явилось использование модулей (unit) – специальных библиотек пользовательских типов, переменных, констант и подпрограмм, собранных воедино и предназначенных для более быстрого и качественного решения реальных задач на основе хорошо отлаженных и откомпилированных подпрограмм. Однако все названные возможности были реализованы в рамках идей структурной технологии программирования.

Естественно, что плодотворность предложенных средств не могла не подтолкнуть к логическому продолжению развития идей построения пользовательских типов. Они были реализованы и развиты основными принципами объектно-ориентированной технологии программирования (ООП) с их центральным средством – классами как пользовательскими типами нового поколения, которые рядом авторов были названы абстрактными типами данных (АТД) [1–5]. В этой связи мы заключаем, что при изложении курса программирования на современном этапе наряду с изучением основ программирования на одном из высокоуровневых языков (желательно, объектно-ориентированных), помимо изучения синтаксиса и семантики языка, в обязательном порядке должны быть всесторонне рассмотрены проблемы построения наиболее популярных АТД.

На наш взгляд, отделять изучение основ языка программирования от изучения принципов и различных вариантов разработки АТД противоестественно. Дело в том, что, по мнению ряда исследователей этой проблемы, [3–5] на современном этапе корректный выбор вида АТД и правильное его построение являются основой, ядром разработки эффективного программного проекта.

Множество часто используемых в практике программирования АТД можно разбить на несколько групп: линейно организованные АТД (типа стек, очередь, дек, последовательность, Л1- и Л2-списки [1]) и нелинейно организованные АТД (иногда элементы этой группы называют сложноорганизованными) типа дерево или общее дерево, бинарное дерево, граф, упорядоченная очередь или куча.

Заметим, что возможны как другие варианты разбиения АТД на группы, так и другие виды АТД (например, словарь, множество).

Перечисленные ранее АДД можно реализовать на различной базе. Наиболее популярными из них являются статический вектор [1, 4, 5], динамический вектор, связанный список [3–5]. Кроме того, используя понятие «класс», можно построить пользовательский класс «узел» и использовать его при построении связанных структур. Наконец, используя в качестве основы поставляемые в библиотеках современных языков программирования классы типа TList (Object Pascal) или ArrayList (C#), можно значительно упростить построение АДД с помощью принципа агрегации. Помимо этого, с помощью идей параметризации классов АДД можно разрабатывать в универсальной форме, задавая тип нагрузки элементов АДД в момент создания экземпляров класса.

Дополнительным доводом в пользу изучения АДД в рамках курса программирования может служить то, что описанные ранее возможности построения АДД могут служить прекрасным материалом, основой для иллюстрации основных принципов объектно-ориентированного программирования (инкапсуляции, наследования и полиморфизма), естественным образом вписывающихся в излагаемый материал курса.

В заключение заметим, что полнота изложения предлагаемого материала, как показывает практика преподавания, должна дополняться в обязательном порядке тщательно подобранными иллюстративными задачами. Цель предлагаемого дополнения – убедительно, доказательно продемонстрировать целесообразность и удобство использования предлагаемого АДД, упрощающего решение рассматриваемой задачи в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушниренко, А. Г. Программирование для математиков : учеб. пособие для вузов / А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев. – М. : Наука, 1988. – 384 с.
2. Котов, В. М. Алгоритмы и структуры данных : учеб. пособие / В. М. Котов, Е. П. Соболевская, А. А. Толстиков. – Минск : БГУ, 2011. – 267 с.
3. Топп, У. Структуры данных в C++ / У. Топп, У. Форд; пер. с англ. под ред. В. Кузьменко. – М. : ЗАО «Изд.-во БИНОМ», 2000. – 816 с.
4. Гудрич, М. Т. Структуры данных и алгоритмы в Java / М. Т. Гудрич, Р. Тамассия ; пер. с англ. А. М. Чернухо. – Минск : Новое издание, 2003. – 671 с.
5. Бакнелл, Дж. Фундаментальные алгоритмы и структуры данных в Delphi. Библиотека программиста / Дж. Бакнелл. – М. : ООО «ДиаСофтЮП», СПб. : Питер, 2006. – 567 с.

О. Ф. СМОЛЯКОВА

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВУЗОВСКОЙ ЛЕКЦИИ

Одним из существенных аспектов развития профессионального образования является совершенствование, оптимизация учебного процесса, его направленность на развитие познавательной активности обучающихся. Сегодня накоплен богатый опыт использования различных форм, методов и средств, предполагающих включение обучающихся в активную мыслительную и практическую деятельность в процессе овладения учебным материалом. В их основе лежит не изложение преподавателем готовых знаний, их запоминание и воспроизведение учащимися, а самостоятельное овладение знаниями и умениями в процессе активной познавательной деятельности. В то же время некоторыми учеными отмечено, что накопленный массив разработок в большинстве случаев остается «нетронутым», а в приоритете остается традиционное обучение, особенно на лекционных занятиях.

В педагогической литературе представлено большое разнообразие типов и видов лекций, однако наиболее популярной у преподавателей остается классическая лекция, при которой осуществляется передача информации в концентрированной, логической форме. Лекция позволяет раскрыть понятийный аппарат конкретной предметной области, дает цельное представление о дисциплине, показывая его место в системе наук, связь с родственными дисциплинами, пробуждает интерес к предмету, к будущей профессии, что в значительной мере определяет содержание других видов занятий. В ряде случаев, при отсутствии или недостатке учебников и учебных пособий, как правило, по новым курсам, на лекции студенты получают основную информацию по дисциплине.

Специфика лекции как организационной формы обучения состоит в ограничении возможности преподавателя в управлении познавательной деятельностью студентов: на лекции они менее активны, чем на лабораторном или практическом занятии; затруднена индивидуализация обучения; ограничены

возможности обратной связи. Деятельность студентов в основном сводится к конспектированию основных сведений по теме.

Использование компьютерной презентации на лекции позволяет несколько видоизменить представление учебного материала за счет сокращения текстовой части и замены словесных описаний объекта рисунками, фотографиями, схемами, исключить использование на занятии плакатов, макетов, оптимизировать выполнение графиков, выведение формул и т. п. К сожалению, у большинства преподавателей, при использовании презентаций лишь ими ограничивается применение информационных технологий в учебном процессе. Некоторые из них, отдавая дань моде, выдают за презентацию набор слайдов с фрагментами текста лекции и т. п. Поэтому ученые отмечают, что используемые в образовательном процессе информационные технологии не приносят ожидаемого дидактического эффекта.

Отойти от традиционного формата монологической формы изложения материала в рамках лекции позволяет использование блок-конспекта. Основная идея блок-конспекта состоит в том, чтобы организовать самостоятельную деятельность обучающихся и инициировать их познавательную активность в процессе решения определенных задач, связанных с профессиональной деятельностью. Использование такого средства обучения позволяет функционально изменить роль преподавателя на занятии: он уже не является источником информации, а выступает в роли помощника, консультанта обучающихся в процессе работы с текстом.

Блок-конспект представляет собой специально спроектированную и дидактически обоснованную систему заданий, направленных на понимание смысла текстов, вычленение в их содержании главного; на использование текстов для смыслообразования; на создание ориентировочной основы действий. Результаты выполнения заданий обучающиеся вносят в графы структурно-логических схем, заполняют таблицы, приведенные в тех же блоках, составляют блок-схемы, обозначают позиции на рисунках и т. д. На занятиях по специальным дисциплинам блок-конспект позволяет решить следующие задачи: хранение, быстрое извлечение, предъявление самой разнообразной информации; обогащение технологии обучения (совместно с методами обучения); создание условий для творческой работы преподавателя; создание условий для продуктивной деятельности учащихся, организации их самостоятельной работы; создание особой пространственной среды для познавательной деятельности, ее стимулирования и обогащения. Для осуществления обратной связи в распоряжении преподавателя имеется атлас средств обучения, позволяющий более рационально использовать время учебного занятия, организовать самоконтроль учащихся при выполнении заданий.

Блок-конспект традиционно используется на занятиях в печатном виде, но изменение его формата и представление в электронном виде позволяет повысить эффективность обучения, а также реализовать задачно-целевую форму обучения, которая на занятии обеспечивает, по мнению ученых, удельный вес самостоятельной работы студентов до 85–90 %.

Важным этапом реализации методики обучения с использованием блок-конспекта является подготовка к лекционному занятию, когда преподаватель разрабатывает блок-конспект по рассматриваемым вопросам в соответствии с учебной программой, отдельные блоки размещает на слайдах презентации, где последовательно отражаются задание, форма представления выполненного задания, текст (фрагменты текста), образцы выполненного задания (из атласа средств обучения).

Одним из важных условий оптимальной организации лекционного занятия является методически грамотное структурирование учебной информации с созданием структурно-логической схемы. Это впоследствии способствует более организованному усвоению содержания образования, улучшает восприятие, осмысление и запоминание учебного материала.

В соответствии с установленной логикой изложения, преподаватель отбирает содержание учебного материала и разбивает его на отдельные тексты. По каждому вопросу может быть один или несколько текстов, что определяется, прежде всего, сложностью учебного материала. Каждый текст должен быть компактен, достаточно информативен для того, чтобы решить поставленные на занятии задачи.

К каждому тексту преподаватель разрабатывает задания. Оптимальное количество – 2–3. Формулировка заданий должна быть четкой и понятной, указывать на форму фиксации выполненного задания. Для технических дисциплин в качестве заданий могут быть использованы технико-технологические задачи. Количество текстов и заданий к ним, их сложность определяется в зависимости от уровня готовности студентов к выполнению предлагаемых заданий, а также необходимости рационального использования времени лекции.

Подготовка к такой лекции требует достаточно много времени как на разработку блок-конспекта, так и на его оформление и представление в электронном виде. Это целая система методической работы преподавателя по отдельной дисциплине, включающая изучение актуальных вопросов педагогики, психологии, методики; проработку учебного материала темы с определением взаимосвязи рассматриваемых вопросов с практической деятельностью. Кроме этого, необходимо знание дидактических аспектов разработки и использования презентации, умение оформить ее в соответствии с требованиями к содержанию и дизайну слайдов.

Перед лекцией студентам выдаются подготовленные формы для фиксирования результатов выполнения заданий (структурно-логическая схема с пустыми графами, таблицы, ячейки, рисунки со строчками для пояснений и т.п.) в печатном или в электронном варианте (для распечатки).

Поэтапное выполнение дидактически обоснованных заданий обеспечивает мотивированное включение студентов в учебную деятельность, высокий уровень понимания учебного материала и формирование модели деятельности по решению конкретных задач, способствует развитию логического мышления и повышению качества усвоения знаний.

А. М. СОЛОВЧУК

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ

Среди направлений информатизации образования использование интернет-технологий в преподавании является важным и приоритетным направлением.

Во-первых, мы живем в эпоху информационного взрыва. Вокруг огромное количество информации. Накопленная всеми предыдущими поколениями и постоянно увеличивающаяся информация перестала быть той ценностью, которой она была еще вчера. Сейчас важно уметь хранить, обрабатывать, передавать информацию, а интернет-сервисы становятся важным инструментом для эффективной реализации этого умения.

Во-вторых, выросло поколение людей, использующее интернет на новом уровне – как пространство обитания. Современный студент родился в то время, когда интернет уже был. Он использует его возможности в повседневной жизни и для него хранить, искать информацию, общаться, слушать музыку, читать, играть и многое другое с помощью сети Интернет и его сервисов давно стало привычным.

Таким образом, внедрение интернет-инструментария в образовательный процесс – актуальная задача. Очевидно, что сам по себе этот процесс не нормализуется, необходимо целенаправленное обучение навыкам педагогически оправданного использования современных интернет-технологий.

Большинство из современных и популярных интернет-сервисов создавались не для решения задач образования. Они были созданы для ведения бизнеса, игр, развлечения, решения задач маркетинга.

Темп развития интернет-технологий – один из самых высоких в современном мире. Постоянно возникают новые сервисы, ориентированные на решение разнообразных задач. Научиться работать в сервисе можно как самостоятельно, используя большое количество обучающего контента сети Интернет, так и пройдя обучение на дистанционных курсах.

Но для того, чтобы сервисы стали полноценным инструментом образовательного процесса, мало научиться в них работать. Более важно – научиться их эффективно использовать.

Современный учебный процесс сложно представить без использования интерактивных пособий: компьютерных учебников, задачников, тренажеров, лабораторных практикумов, справочников, энциклопедий, тестирующих и контролирующих систем и других электронных средств учебного назначения. В помощь преподавателю по созданию интерактивных пособий существуют различные специальные онлайн-сервисы для создания собственных интерактивных материалов к конкретному проекту, предмету, внеаудиторной деятельности.

Не всегда готовые электронные пособия по предметам удовлетворяют всем требованиям преподавателей, а изменение их содержания требует больших временных и интеллектуальных затрат, специальных навыков в области информационно-коммуникационных технологий.

Для решения этой проблемы используются сервисы, в которых преподаватель может создавать различные вспомогательные материалы и задания.

Например, онлайн-сервис для разработки блок-схем Saso [1]. С его помощью можно легко превращать ваши алгоритмы в различные диаграммы, блок-схемы и графики.

Онлайн-сервис для создания интерактивных лент времени TimeToast [2]. Сервис позволяет размещать события в хронологическом порядке. Линия (шкала, лента, линейка) времени служит для создания временно-событийных линеек – на линейку времени наносятся события, таким образом получаем историю развития события, личности, эпохи и т. п. Хронология событий будет включать в себя фиксированную дату, описание, ссылку; можно вставить ссылку на ресурсы в интернете, связанные с этим событием. После создания ленты вы можете поделиться ссылкой на неё. А также просмотреть ленту в форме таблицы, где представлены подробные описания событий.

Существует также множество других сервисов, позволяющих, например, решать задания прошедших ЦТ и олимпиад, других различных соревнований и т. д.

С помощью онлайн-сервисов учащиеся могут более эффективно реализовать себя социально, работать коллективно или индивидуально каждый в своем темпе, с учетом возрастных особенностей и уровня подготовленности. В свою очередь, преподаватель имеет возможность применять творческие

подходы к обучению. Ресурсы данных сервисов можно использовать как в течении всего обучения, так и на отдельных его этапах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.«Online Diagram and Flowchart Software Cacao» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cacao.com/> – Дата доступа: 05.02.2020.
- 2.«Timetoast timeline maker. Make a timeline, tell a story» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.timetoast.com/> – Дата доступа: 05.02.2020.

О. В. СТАРОВОЙТОВА, Г. Н. НЕКРАСОВА
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»

В современном образовательном процессе обучения большое значение отводится вопросам диагностики контроля знаний студентов. Тест является объективным методом контроля знаний студента, инструментом, позволяющим выявить степень усвоения им знаний. Тест упрощает процедуру проверки, позволяет студентам заниматься самопроверкой и взаимопроверкой. Он даёт возможность проверить не только знание, но и понимание учебного материала. С его помощью очень удобно дифференцировать материал в зависимости от индивидуальных особенностей студентов и построить коррекционную работу.

Контроль знаний условно можно разделить на три вида:

- входной, при котором преподаватель может определить уровень подготовки студентов и на основании этого построить оптимальную схему для успешного ведения занятий (используется в основном для семинарских и практических занятий);
- промежуточный, при котором можно определить текущий уровень усвоения материала и при необходимости скорректировать дальнейшее изучение дисциплины. Студенты в свою очередь могут оценить уровень собственных знаний по изученным темам.
- итоговый (зачет или экзамен).

При разработке тестов необходимо методическое обоснование их применения и обработки результатов тестирования, учитывающих основные психолого-педагогические принципы обучения. Задания в тестах должны быть подобраны таким образом, чтобы можно было проверить основные уровни усвоения студентами знаний:

- знание основных понятий и определений темы курса;
- понимание и умение применять полученные знания при решении типичных задач;
- умение анализировать различные ситуации, находить решения в нестандартных задачах;
- умение обобщать изученный материал, устанавливать связи с предыдущими темами.

Этим уровням соответствуют следующие типы тестов:

- выбор одного правильного ответа из нескольких предложенных (проверка механического запоминания);
- установление логических связей, цепочек между группами объектов (проверка ассоциативного мышления);
- выбор нескольких правильных ответов из предложенного списка (проверка вариативного мышления);
- задания с открытой формой ответа.

Нами были разработаны 300 тестовых заданий по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», в которых были представлены тесты различных типов (приведем некоторые из них):

– задания на выбор одного правильного ответа из нескольких предложенных:

№	Задания	Варианты ответов
1	Если вероятность $P(A)=1$, то событие называется...	1. Невозможным 2. Достоверным 3. Случайным 4. Независимым
2	Вероятность события А при условии, что произошло событие В называется... вероятностью	1. Безусловной 2. Статистической 3. Классической 4. Условной
3	Если появление события В не изменяет вероятность события А, то события А и В называются...	1. Несовместными 2. Независимыми 3. Невозможными 4. Достоверными

– задания на выбор нескольких правильных ответов из предложенного списка:

№	Задания	Варианты ответов
1.	Назовите требования к исходам эксперимента при использовании классического определения вероятности случайного события	1. Несовместности 2. Независимости 3. Равновозможности 4. Образования полной группы
2.	Укажите аксиомы, введенные Колмагоровым, когда вероятность задается как числовая функция $P(A)$ на множестве всех событий, определяемой данным экспериментом	1. $0 \leq P(A) \leq 1$ 2. $P(A) = 1$, если A -достоверное 3. $P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB)$ 4. $P(A+B) = P(A) + P(B)$, A, B несовместны

– задание на установление правильной последовательности:

№	Задания	Варианты ответов
1.	Укажите порядок шагов для определения медианы по выборке	1. Определить, является ли объем выборки четным числом или нечетным. 2. Построить вариационный ряд. 3. Использовать необходимую формулу

– задание на установление правильного соответствия:

№	Задания	Варианты ответов
1.	Установите соответствие между формулами для определения вероятности случайного события по: 1. классическому определению 2. статистическому определению	а) $P(A) = \frac{m}{n}$ б) $P^*(A) = \frac{m_A}{n}$
2.	Установите соответствие между значениями вероятностей для: 1. достоверного события 2. невозможного события 3. противоположных событий	а) $P(A) = 1 - P(A)$ б) 0 в) 1

– задания с открытой формой ответа:

№	Задания	Варианты ответов
1.	Если число экспериментов $n=4$, вероятность успеха в одном испытании $p=0,5$. Определить наиболее вероятное число успехов.	Использовать формулу для определения наиболее вероятного числа успехов при биномиальном распределении
2.	Случайная величина, которая принимает конечное или бесконечное счетное множество значений из некоторого интервала, называется...	Определение
3.	Случайная величина, которая может принять любое значение из заданного интервала, называется...	Определение
4.	Если число экспериментов $n=4$, вероятность успеха в одном испытании $P=0,1$. Определить $P(x=3)$.	Использовать формулу биномиального закона

Таким образом, тестирование – это процесс, направленный на оценку корректности, полноты и качества полученных знаний каждого студента. Сочетание различных видов тестов по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» позволяет нам оценить каждого студента более объективно, что в свою очередь отражает глубину полученных знаний.

SH. O. TOSHPULATOVA¹, U. KAMALOVA², F. KURBANOVA²

¹Navoi State Pedagogical Institute (Navoi, Uzbekistan)

²Navoi Specialized School – Olympic Reserve Boarding School (Navoi, Uzbekistan)

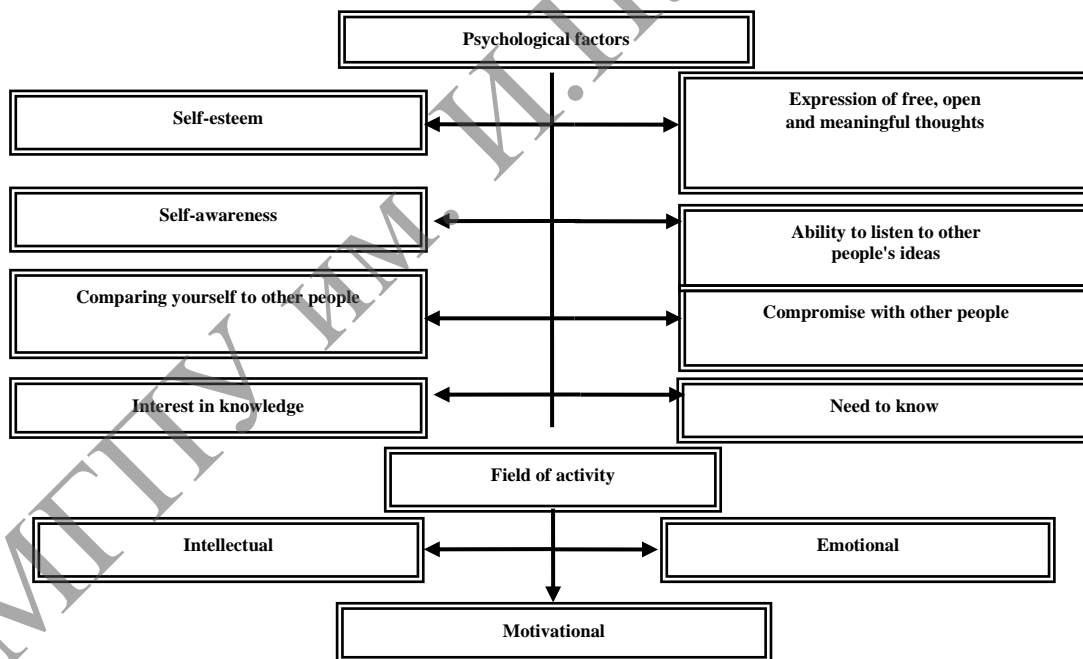
PSYCHOLOGICAL FACTORS OF LOGICAL THINKING AND UNDERSTANDING OF PHYSICAL SCIENCE

Research pays tribute to the collective nature of modern scientific activity, describing what is happening in science as the actions of collective subjects of scientific knowledge. Such collectivism, of course, not only has a right to exist, but also greatly contributes to the description of the real image (more precisely, the many faces) of modern science, in which it is increasingly difficult to discern the faces of specific scientists. Nevertheless, ultimately, a separate scientist is behind all the collective subjects of scientific knowledge, since it is not abstract subjects, not science in general, but concrete people who think. As S. Tulmin put it, “it is physicists, not

physicists” who explain “physical phenomena” [1, 16]. As a result, the basis of any act of logical thinking is the individual thinking of scientists, subordinate to logical and psychological laws. Logical thinking is considered creative and endowed with appropriate attributes. This position, however, also has opponents seeking to present scientific thought as the implementation of ready-made algorithms. However, firstly, science does not have algorithms for all occasions, new problems can not always be solved by analogy with the old ones, based on existing algorithms. Secondly, even those algorithms that are available in the arsenal of science are not always available to each specific scientist: he may not know about their existence, may not be able to use them, etc. and as a result, often forced to engage in "invention of the bicycle", which, of course, is a creative-but not on a social, but on an individual level - process. Thirdly, the initial elements of this process - the phenomenon being explained, the knowledge on the basis of which the explanation is built, and others - may be well known to science. However, the way they are combined in a particular act of logical thinking is usually unique, and as a result, these acts are usually creative. Even the implementation of a formal logical operation can be creative in nature: “it would seem that the operation is as simple from a formal point of view as etc. Scientists also prefer to evaluate the product of scientific research in a figurative form, talking about “elegant” or “beautiful” decisions, and the truth is for them not only reliable, but also “beautiful, good, simple, understandable, perfect, unifying, lively, necessary, ultimate, fair, ordinary, easy, self-sufficient or fun. ” If the self-observations of the people of science indicate that the history of science captured many pronounced "visualizers", such as Einstein or Faraday, the latter, according to eyewitnesses, always relied on visual images and did not use algebraic representations at all. And almost all outstanding physicists were distinguished by pronounced figurative thinking.

The formation of logical thinking of students is a complex system that includes the purpose of education, teaching, student activity, learning outcomes, educational content, forms, methods and tools [2, 10].

The results of pedagogical and student activities to develop students' logical thinking skills in physics classes are based on the purpose of the didactic process, the content of the educational material, the correct formulation of methods, teaching aids and the presence of factors that are effective for the successful realization of the possibilities of logical thinking. As a result of the study, the main factors affecting the development of students' logical thinking skills were identified. These are mainly psychological factors [3, 58]. Based on the results of the study, an organizational and integrative model of psychological factors was developed that influenced the formation of logical thinking based on research (Picture 1).



Picture 1. – Psychological factors affecting the formation of logical thinking

The above arguments show that the factors that influence the formation of logical thinking have a holistic view and have an evolutionary character. That is, the accumulation of productive factors affecting the process, their differentiation and the extent of their influence, can be combined into common factors. Knowing the factors that influence the formation of logical thinking in physics classes and evaluating their impact, the teacher must have creative skills and special skills. As a result, the illogical nature of human thinking, stemming from its figurative nature, creates the basis for breaking logical thinking beyond the limits of formal logic, which is necessary for building new knowledge.

REFERENCES

1. Heisenberg V. "Physics and Philosophy. Part and Whole", Moscow, Mir, 1972. – 167 p.
2. Toshpulatova Sh. O. Qualitative problems in physics. – Tashkent "FAN", 2009.2 – 17 p.
3. Toshpulatova Sh. O. The development of logical thinking of students. Monograph. – Tashkent "FAN", 2017. – 120 p.

S. O. TOSHPULATOVA¹, L. SADILLOEVA², F. KAMALOVA²

¹Navoi State Pedagogical Institute (Navoi, Uzbekistan)

²Navoi Specialized School – Olympic Reserve Boarding School (Navoi, Uzbekistan)

IMPROVEMENT METHODOLOGY MODERN LESSON OF NATURAL SUBJECTS

We know from many years of experience that the results of teacher's work are assessed by the skills of his students, the level of students' activity in the lesson, the student's attitude to the subject, to each other, to the teacher, and to the educational and developing mobility of the person that arose during the lesson. As a result of my work at school, I came to the conclusion that good success in learning can only be achieved by increasing interest in my subject. To do this, I use modern pedagogical technologies, including information and communication, in the lessons. Information technology training is a pedagogical technology that uses special methods, software and hardware (film, audio and video tools, computers, telecommunication networks) to work with information. Like all methods, teaching methods, teaching aids fulfill a trinity of didactic functions, which, in principle, remain unchanged in any subject-based learning and perform three-pronged functions: training, development, upbringing in the framework of subject-related activities, taking into account the use of digital educational resources and informational techniques – communication technologies. The use of ICT in biology classes can improve the quality of teaching a subject; to reflect the essential aspects of various objects, visually embodying the principle of visualization; to highlight the most important (in terms of educational goals and objectives) characteristics of the studied objects and natural phenomena. Teaching biology in specialized boarding schools implies constant support of the course with a demonstration experiment. However, in a modern school, experimental work on a subject is often difficult due to a lack of training time and a lack of modern material and technical equipment. And even with the laboratory fully equipped with the required instruments and materials, a real experiment requires significantly more time both for preparing and conducting, and for analyzing the results of work. Moreover, due to its specificity, a real experiment often does not fulfill its main purpose – to serve as a source of knowledge. Many biological processes are complex. Children with imaginative thinking are hard at mastering abstract generalizations, without a picture they are not able to understand the process, to study the phenomenon [2, 55]. The development of their abstract thinking occurs through images. Multimedia animation models make it possible to form a complete picture of the biological process in the student's mind, interactive models make it possible to independently "construct" the process, correct their mistakes, and self-study. One of the advantages of using multimedia technology in training is improving the quality of training due to the novelty of activity, interest in working with a computer. The use of a computer in the lessons has become a new method of organizing active and meaningful work of students, making the classes more visual and interesting [1, 58].

I apply ICT technologies at various stages of the lesson:

1) when explaining new material (color drawings and photos, slide shows, video clips, 3D-drawings and models, short animations, plot animations, interactive models, interactive drawings, supporting material) as an interactive illustration demonstrated using a multimedia projector on screen (currently this is relevant due to the fact that the teacher does not always have tables and diagrams) [3, 4];

2) during the independent study of educational material by students in the lesson during the performance of a computer experiment according to the conditions set by the teacher (in the form of worksheets or computer testing) with the result being a conclusion on the topic being studied;

3) when organizing research activities in the form of laboratory work in combination with a computer and a real experiment. It should be noted that when using a computer, the student gets much more opportunities for self-planning of experiments, their implementation and analysis of the results compared with real laboratory work;

4) during repetition, consolidation (tasks with the choice of answer, tasks with the need to enter numerical or verbal answer from the keyboard, thematic collections of tasks, tasks using photos, videos and animations, tasks with reaction to the answer, interactive tasks, supporting material) and control knowledge (thematic sets of test tasks with automatic verification, diagnostic tests) at the levels of recognition, understanding and application. When students perform virtual laboratory works and experiments at these stages of the lesson, the students' motivation increases - they see how the knowledge gained in real life can come in handy.

At the use of computer techno the study of biology. Advanced video technology and the use of specially designed computer graphics allow you to track the work of organisms as if from the inside, to discover their features and puzzles. What causes a great emotional uplift and increases the level of assimilation of the material, stimulates initiative and creative thinking. And the result is winners at the Olympics and rallies. Thus, the use of ICT in the process of teaching biology increases its effectiveness, makes it more visual, rich (the intensification of the learning process increases), promotes the development of various general educational skills among schoolchildren, improves the quality of education, and facilitates work in the lesson. The use of ICT in biology classes allows me, as a teacher, to keep abreast of the development trends of pedagogical science. To raise the professional level, broaden one's horizons, and most importantly, allows one to strengthen the motivation of learning by means of an active dialogue between the student and the computer, by orienting learning to success; learn basic knowledge in biology, systematize them; to form skills of independent work with a textbook and additional literature. Using ICTs, the source of information is not only the teacher, but the student himself.

REFERENCES

1. Kodzhaspirova G. M., Petrov K. V., Technical teaching aids and methods of their use: Textbook. allowance for students. higherped textbook. Institutions. – M. : "Academy", 2001. – P. 250.
2. Yuldoshev I. A. Tarmokteknologariyasosida «Informatics vaakhboretknologari» faniniukitishmethodiki. // «Talimteknologari» journal, 2016, 5-dream. –7–11–6.
3. Materials LVSh int. scientific-practical conf. «Personality, family and society» // «Questions of pedagogy and psychology» Novosibirsk : 2015, No. 11 (56). Ed. ANS "SibAK". – FROM. 101.

Ш. О. ТОШПУЛАТОВА, К. Б. ХАЛИМОВА, З. ГАДАЕВА

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ КАЖДОГО СТУДЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

Из многолетнего опыта известно, что решение задач играет огромную роль в обучении физике. Поэтому задачи выступают как главное средство развития логического мышления будущего учителя физики. Умение решать задачи – критерий успешности обучения физике.

Факторы, связанные с самой задачей и ее содержанием.

1. Задачи, отражающие историю развития цивилизации и пути познания мира человечеством.

Исторический материал, показывающий, как шло обогащение логических знаний, всегда вызывает интерес студента.

Пример: Ученым древности удалось установить, что 1) свет распространяется прямолинейно, 2) отражается от гладкой поверхности, 3) меняет направление своего распространения при переходе из воздуха в воду, 4) световые пучки, пресекаясь, не «возмущают», т. е. не искажают друг друга. Какими опытами вы можете подтвердить эти открытия?

Эта и подобные ей задачи иллюстрируют роль эксперимента в процессе познания: он выступает как критерий истины. Но могут быть как исторические задачи, так и задачи другого типа. Главное, чтобы в них «прозвучали» следующие вопросы: как и при каких обстоятельствах совершено открытие? Что привело ученого к этому? Какие факты и наблюдения натолкнули его на решение? В чём состоял его оригинальный подход к проблеме? На какой гипотезе он основывался? И т. д. Такие материалы раскрывают динамику познания (от простого к сложному, от частного к общему, от конкретного к абстрактному, от одного явления к другому через их взаимозависимость) и развивают мышление будущего учителя физики.

2. Качественные задачи, связанные демонстрационными опытами.

Задача формулируется так, чтобы охватить как можно больше ситуаций. Почему? Проверьте на опыте свои предположения. Сделайте выводы. Можно ли такую трубку использовать в качестве пипетки? Обоснуйте ответ [2].

Решая задачу, студенты начинают понимать, что решить любую задачу, в том числе учебную, нелегко: надо проявить настойчивость и смекалку, уметь ставить себе вопросы и отвечать на них, выявлять разные взаимосвязи. Становятся понятными слова знаменитого физика В. Гейзенберга: «Часто правильно поставленный вопрос означает больше чем наполовину решение проблемы» [1].

3. Количественные экспериментальные задачи. Задачи на разработку планов экспериментальных исследований.

В ходе их решения учащиеся получают представление о том, как устанавливается та или иная количественная физическая закономерность, как факты, полученные опытным путем, могут обосновывать теоретический вывод.

Пример 1: Сконструируйте из пробирки прибор, действующий как собирающая линза. Создайте из пробирки прибор, который давал бы уменьшенное изображение рассматриваемого предмета. Сконструируйте из пробирки прибор, который одновременно действовал бы и как собирающая, и как рассеивающая линза. Придумайте, как сделать из пробирки прибор, который позволит сравнивать показатели преломления двух веществ (относительно воздуха).

Пример 2: Разработайте план многоэтапного эксперимента по выяснению зависимости электрического сопротивления проводника: от чего оно зависит и как. Проведите опыт по своему плану, а затем сделайте вывод.

4. *Задачи, знакомящие учащихся с теоретическими методами познания.*

К таким методам относятся: метод принципов, метод гипотез, метод анализа размерностей, статистический метод, метод графов и т. д.

Пример 1: (метод принципов). Какую скорость в горизонтальном направлении нужно сообщить телу, чтобы оно в полете не меняло своей высоты над поверхностью Земли? Рельеф поверхности и атмосферу в расчет не принимать, траекторию считать близкой к окружности.

Пример 2: (метод анализа размерностей). Получите формулу для расчета силы лобового сопротивления движения тела в жидкости.

Пример 3: (метод графов). Для тепловой электростанции требуется построить цилиндрическую кирпичную трубу высотой 100 м. Имеется кирпич, плотность которого 1700 кг/м³. Какой прочности должен быть этот кирпич, чтобы выдержать четырехкратное напряжение?

Пример 4: (метод «черного ящика»). Дан «черный ящик» с двумя выводами. Имея батарейку и амперметр, определите, какая электрическая цепь находится внутри него.

Пример 5: (применение метода «от противного»). Может ли свободный электрон поглотить фотон?

Активизация мыслительной деятельности учащихся невозможно без знаний определенных методов научного мышления. Один из них – метод «от противного», известный студентам из курса геометрии.

Решение. Предположим, что свободный электрон может поглотить фотон. Запишем для этого случая законы сохранения импульса и энергии, считая взаимодействие нерелятивистским. Получим $v = 2c$. После взаимодействия электрон должен обладать скоростью в два раза большей скорости света. Этот результат противоречит СТО. Значит, свободный электрон не может поглотить фотон.

Для развития желания решать задачи и активизации самостоятельности предлагаем учащимся самим выбирать себе задачи из разных задачников и решать их. По каждой теме необходимо решить любые 15–20 задач за определенное время. Срок сдачи задания устанавливаем таким образом, чтобы он наступал через 1–2 недели после проведения текущего контроля работы по данной теме.

Итогом работы учителя по развитию логического мышления студентов при обучении решению задач по физике являются результаты обучения.

Полученные результаты показывают уровень компетентности студентов, динамику успеваемости, познавательной активности, творческой инициативы, развитие потребности в самообразовании.

Работая над проблемой развития логического стиля мышления студентов, мы убедились в том, что различные методы, приемы обучения решению задач по физике позволяют лучше понимать учебную задачу, определять цели работы на уроке. Наличие устойчивого интереса к изучению физики на протяжении ряда лет способствует осознанному усвоению физических знаний, умений и навыков, развитию научного стиля мышления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Современный урок физики. Творческий поиск учителя / под редакцией В. Г. Разумовского. – М.: Просвещение, 1993.
2. Тошпулатова, Ш. О. Качественные задачи по физике / Ш. О. Тошпулатова. – Ташкент: ФАН, 2009. – 217 с.

М. Ш. ФАЙЗИЕВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАСТНИКОВ ОБУЧЕНИЯ

Применение инновационных технологий на современном этапе обучения приводит к ряду противоречий. Например, традиционные подходы к преподаванию и высокие требования к выпускнику; традиционные формы обучения и новые технологические возможности современных средств обучения;

лично-информационные нужды обучаемых и ИКТ-компетентность педагогов и другие. И здесь возникает проблема поиска путей формирования и развития способностей всех участников образовательного процесса, позволяющих ориентироваться в современном информационном пространстве.

Идея изменений заключается в создании оптимальных условий для развития творческого мышления, высокого уровня творческой самостоятельной деятельности, формирования ИКТ-компетенций, что в целом приведет к повышению мотивации, а следовательно, и качества обучения.

Суть изменений заключается в том, что обучение становится деятельностно-развивающим, формирует личные качества студентов, и при этом оно демократичное, гуманное, основано на сотрудничестве.

Основными изменениями в организации образовательного процесса можно считать следующие:

- использование творческих ситуаций с применением персонального компьютера и сети Internet;
- применение заданий, позволяющих студенту самому выбирать тип, вид и форму материала;
- оценивание деятельности студента не только по конечному результату, но и по процессу его

достижения;

- создание положительного эмоционального настроения на работу каждого и всех студентов вместе;
- создание ситуации для проявления инициативы, самовыражения;
- раскрытие субъективного опыта студента;
- создание атмосферы заинтересованности каждого студента в работе всего коллектива.

Изменение процесса обучения основано на применении ИКТ-технологий и разработке цифровых образовательных ресурсов, в том числе созданных обучаемыми; технологии сотрудничества; технологии естественного обучения.

Целью является создание на занятиях таких условий, которые могут обеспечить каждому обучающемуся доступное, отвечающее его запросам качественное образование на основе эффективных инновационных педагогических технологий, в результате чего у студентов развиваются необходимые способности к успешной деятельности.

Задачи:

- овладеть новыми формами, методами и приемами обучения и воспитания студентов.
- изучить и внедрить в практику передовой педагогический опыт, новейшие достижения педагогической, психологической и других специальных наук, новых педагогических технологий.
- применять диагностику склонностей и познавательных интересов, познавательных мотивов обучающихся;
- создать систему использования активных форм работы на занятии с целью повышения качества знаний;
- создать условия для развития самостоятельной деятельности студентов в процессе обучения и внеурочной деятельности, а также для интеллектуального, нравственного, духовного развития обучающихся.
- разработать методические рекомендации, дидактические материалы в рамках реализуемой темы.

Предполагаемые результаты при использовании ИКТ:

- совершенствование технологии овладения методикой работы с использованием компьютеров и другой коммуникационной техники;
- усиление положительной мотивации обучения (создание ситуации успеха);
- активизация самостоятельной деятельности обучающихся через применение технологии естественного обучения; использование деятельностного и компетентностного подходов к обучению;
- активизация познавательной деятельности студентов через применение элементов технологии развития критического мышления.

Основной задачей обучения является формирование ключевых (базовых) способностей, компетенций, необходимых для практической деятельности каждого человека.

В педагогической деятельности желательно создавать условия для формирования следующих способностей:

- коммуникативных – умение вступать в диалог с целью быть понятым;
- информационных – владение информационными технологиями;
- автономных – способность к самоопределению и самообразованию;
- нравственных – способность жить по общечеловеческим нравственным законам.

Эти способности рассматриваются как готовность студентов использовать усвоенные знания, умения, способы деятельности в реальной жизни для решения практических задач. Овладение этими компетенциями позволяет человеку быть успешным и востребованным обществом, т. к. общество хочет видеть в выпускнике личность компетентную, со сформированными коммуникативными навыками, умеющую работать в команде, брать на себя ответственность за решение проблем, готовую

к постоянному самообразованию. От современного человека требуют развитого креативного мышления, устойчивого навыка самоанализа, рефлексии, критической самооценки.

Хорошо продуманное занятие с применением ИКТ – это возможность поделиться идеями, возникшими в ходе обучения, а также получить в ответ необходимую помощь, информацию или одобрение. При этом не важно, кто выступает в роли презентующего свой опыт – преподаватель или студент.

Таким образом, при использовании ИКТ происходит постоянное накопление опыта через взаимодействие и взаимообучение всех участников образовательного процесса, что, несомненно, положительно сказывается на развитии личности обучающихся.

Применение ИКТ позволяет решить проблему более качественного усвоения знаний по любому предмету и способности их применения на практике. Опыт показывает, что это способствует осознанию обучающимися роли науки в современном мире, применению научных знаний для решения проблем, оцениванию нового опыта, контролю эффективности собственных действий.

С. Х. ХОЛИКОВ¹, К. Х. ТУХТАЕВ², О. Х. ХОЛИКОВ², Ф. Х. ТУХТАЕВА³

¹НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

²Школа № 12 г. Навои (г. Навои Узбекистан)

³Школа № 2 г. Навои (г. Навои Узбекистан)

РОЛЬ ЗАКОНОВ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АСТРОНОМИИ

В современной образовательной практике высших учебных заведений интеграция предметов представляет собой одно из направлений поиска новых педагогических решений, связанных с объединением отдельных разделов разных дисциплин в единое целое с тем, чтобы, во-первых, преодолеть однотипность целей и функций обучения; во-вторых, чтобы создать у студентов целостное представление о своей будущей профессии (интеграция представляет здесь цель обучения) и обеспечить общее пространство сближения предметных знаний (интеграция представляет здесь средство обучения).

Высшее образование должно научиться соответствовать вызовам новой эпохи. Благодаря информационно-технологическим условиям проводится внедрение новых педагогических технологий, активных методов обучения. Одной из инновационных технологий, способствующих реализации творческих способностей и формированию потребностей подрастающего поколения в самообразовании, является технология межпредметной интеграции.

Приведем пример использования знаний математики и физики при изучении курса астрономии. Выросшие из единой когда-то науки о природе – философии – астрономия, математика и физика никогда не теряли связи между собой. Как нам известно, математика, физика и их законы изучаются в образовательных учреждениях раньше, чем астрономия. Применение этих законов рассмотрим на примере изучения темы «Планета Венера» из курса астрономии.

Как нам известно, в Солнечную систему входит 8 крупных планет, которые вращаются вокруг Солнца с огромной скоростью. Планета Венера – вторая Солнечной системы, находящаяся на расстоянии 108 миллионов километров от Солнца [1, с. 107–108]. Зная расстояние между Солнцем и Венерой, можно вычислить длину орбиты (пути) Венеры, используя математические знания. Орбита планеты – эллипс, а длина круга вычисляется по формуле:

$$L_{\text{круг}} = 2\pi \cdot r = l_{\text{Венера}} = 6,28 \cdot 108000000 \text{ км} = 678240000 \text{ км} = 0,72 \text{ а. е.},$$

а эксцентриситет планеты равен

$$e = 0,0068.$$

Среды всех планет Венера имеет самый наименьший эксцентриситет.

Близкая точка к Солнцу (перигелий) = 0,31 а. е.

Удаленная точка от Солнца (афелий) = 0,47 а. е.

По своим размерам планета ближе к нашей планете, диаметр и радиус которой равны

$$d_{\text{Венера}} = 12100 \text{ км}; r_{\text{Венера}} = 6051 \text{ км}.$$

Зная выше указанные параметры (радиус планеты), можно вычислять объем и площадь планеты по следующим формулам:

$$V_{\text{Венера}} = \frac{4}{3} \pi R^3 = 4,18 \cdot (6051 \text{ км})^3 = 926,1 \cdot 10^9 \text{ км}^3$$

$$S_{\text{Венера}} = 4 \pi R^2 = 12,56 \cdot (6051 \text{ км})^2 = 459,88 \cdot 10^6 \text{ км}^2$$

Объем вычисляли как шар, а площадь как сферу.

Масса Венеры составляет 80 % массы Земли

$$m_{\text{Венера}} = 0,8 \cdot m_{\text{Земля}} = 0,8 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} = 4,8 \cdot 10^{24} \text{ кг}.$$

Когда масса и объем планеты известны, можно вычислять среднюю плотность Венеры по формуле:

$$\rho_{\text{Венера}} = \frac{m}{V} = \frac{4,8 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{926,1 \cdot 10^{18} \text{ м}^3} = 5200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 5,20 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

По своей средней плотности Венера занимает третье, после Земли и Меркурия место. Масса и радиус планеты известны, далее по физическим законам можно определить ускорение свободного падения на поверхности планеты по формуле:

$$g_{\text{Венера}} = \Omega \frac{M_{\text{Венера}}}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{4,8 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(6051)^2 \text{ км}} = 8,72 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Период вращения Венеры вокруг Солнца равен 225 земным суткам (значит, продолжительность года на планете 225 земных суток)

$$T_{\text{Венера}} = 225 \text{ Земные сутки},$$

а период вращения планеты вокруг своей оси равен

$$T = 243,11 \text{ Земных суток}.$$

Значит, продолжительность суток на планете 243,11 земных суток. Видно, что продолжительность суток на Венере больше чем, продолжительность года. Это можно объяснить тем, что Венера вокруг Солнца вращается в обратном направлении (против часовой стрелки), а остальные 7 планет вращаются вокруг Солнца по часовой стрелке.

С помощью полученных данных можно определить орбитальную скорость Венеры, по которой она движется:

$$v_{\text{Венера}} = \frac{L_{\text{орбита}}}{T} = \frac{678240000 \text{ км}}{225 \cdot 86400 \text{ с}} = 35 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Взяв во внимание эти данные, можно определить космические скорости на поверхности планеты (космические скорости для планет имеют разные значения, потому что ускорение свободного падения на поверхности планеты и размеры планет неодинаковы) по следующим формулам:

$$v_I = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{8,72 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 6051000 \text{ м}} = 7260 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 7,26 \frac{\text{км}}{\text{с}};$$

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 8,72 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 6051000 \text{ м}} = 10240 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 10,24 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Последние исследования учёных показали, что Венера имеет плотную атмосферу, потому что планета имеет большую массу, а состав атмосферы состоит в основном из углекислого газа (97%). Атмосферное давление на поверхности планеты в 97 раз больше земного [2, с. 75-77].:

$$P_{\text{Венера}} = 97 \cdot P_{\text{Земля}} = 9,83 \cdot 10^6 = 9,8 \text{ МПа}.$$

Атмосфера планеты позволяет видеть её, потому что углекислый газ больше поглощает Солнечные лучи, из-за этого температура в атмосфере увеличивается (до +500 С°) и атмосфера излучается.

Таким образом, одной из форм привлечения студентов к самостоятельной творческой деятельности является выполнение ими вычислительных работ, позволяющих углубить теоретические

знания и применить их для решения практических задач. Такой метод обучения способствует реализации следующих целей: формирует у студентов необходимую систему знаний, навыков и обеспечивает высокий уровень саморазвития, а также развивает самообучение.

Как показала практика, межпредметная интеграция успешно способствовала повышению теоретических и практических знаний студентов вуза, в её рамках на основе познавательной деятельности создаются возможности и для формирования конкурентоспособности молодых людей.

Такой подход к обучению приводит к уверенности студента в своих способностях. В процессе обучения преподаватель становится консультантом, источником информации и координатором.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Камолова, Д. И. Популярная астрономия / Д. И. Камолова. – Ташкент : Типография Лидер Пресс, 2009. – С. 107–108.
2. Мамадазимов, М. Астрономия / М. Мамадазимов, Б.Ф. Избосаров, И. Р. Камолов. – Ташкент : Типография «Саностандарт», 2013. – С. 75–77.

Д. М. ХОЛОВ,¹ С. П. ДАВЛЕТНИЯЗОВ,² Р. А. АМЕТОВ²

¹НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

²НГПИ им. Ажинияза (г. Нукус, Узбекистан)

МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ РАЗДЕЛА «ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ»

Важнейшей задачей, в том числе преподавания физики в учебных заведениях, является формирование личности, способной ориентироваться в потоке информации в условиях непрерывного образования. Осознание общечеловеческих ценностей возможно только при соответствующем познавательном, нравственном, этическом и эстетическом воспитании личности. В связи с этим общую цель можно конкретизировать более частными: воспитание у учеников в процессе деятельности положительного отношения к науке вообще и к физике в частности; развитие интереса к физическим знаниям, научно-популярным статьям. Физика является основой естествознания и современного научно-технического прогресса, что определяет следующие конкретные цели обучения: осознание учащимися роли физики в науке и производстве, воспитание экологической культуры, понимание нравственных и этических проблем, связанных с физикой.

Квантовую физику изучают в конце школьного курса физики, причем изучают впервые, и дальше этот раздел физики в полном объеме используется как дополнительный учебный материал при изучении физики элементарных частиц (микромра) в рамках тем «Современная картина мира» или «Современные формы материи», на кружковых или факультативных занятиях для более глубокого понятия данных тем, понимания структуры Вселенной, развитием мировоззрения.

Нигде на протяжении всего школьного курса физики учащиеся не встречались с дуализмом свойств частиц, вещества и поля, с дискретностью энергии, со свойствами ядра атома, с элементарными частицами и структурой материи. Для повышения качества усвоения материала очень важно опираться на ранее полученные знания. Например, при изучении правил смещения при радиоактивном распаде, при изучении ядерных реакций, строения атома необходимо опираться на законы сохранения массы и заряда, на понятие центростремительного ускорения, законы Ньютона, закон Кулона и т. д. Особенность содержания квантовой физики также накладывает отпечаток на методику ее изучения. В этом разделе учащихся знакомят со своеобразием свойств и закономерностей микромра, которые не соответствуют многим представлениям классической физики. Для его усвоения от учеников требуется не просто высокий уровень абстрактного, но и диалектического мышления. Понятия волна – частица, дискретность – непрерывность рассматривают с позиций диалектического материализма. При изучении этого раздела учителю важно напомнить, что свет в одних условиях (интерференции, дифракции) ведет себя как волна, в других – как поток частиц. И после этого можно будет рассказать и о гравитационных волнах, переносящих энергию и импульс.

Для лучшего усвоения квантовой физики, в том числе и знаний о структуре материи и о частицах тёмной материи необходимо широко использовать в учебном процессе различные средства наглядности. Однако число демонстрационных опытов по этому разделу очень невелико. Поэтому, кроме эксперимента, рекомендуется широко использовать рисунки, чертежи, графики, фотографии треков, плакаты и диапозитивы, компьютерные анимации и другие средства.

При изучении темы целесообразно знакомить учащихся с составом и свойствами ядра атома и дать понятие о элементарных частицах, частицах тёмной материи, о не барионной тёмной материи. Далее, говоря о явлении радиоактивности (свидетельствующем о сложном строении ядра и нарушающем представление о неизменности атомов) и об открытии в 1910 г. английским ученым Ф. Содди изотопов, можно объяснить, что ядро построено из частиц, атомная масса которых равна единице, т. е. из протонов. При этом необходимо принять во внимание, что с понятиями «изотопы», «атомная масса» учащиеся знакомы из курса химии. Вводится понятие «массовое число» даётся схема масс-спектрографа.

Далее сообщают что в 1932 г. Д. Чедвик открыл новую элементарную частицу – нейтрон, незначительно отличающуюся от протона по массе и не имеющую заряда, что позволило Д. Д. Иваненко и независимо от него В. Гейзенбергу предложить протонно-нейтронную модель ядра, согласно которой ядро атома состоит из протонов и нейтронов. Число протонов в ядре того или иного атома определяется порядковым номером Z элемента в периодической системе Менделеева, а число нейтронов равно разности между массовым числом A и числом протонов Z . Знакома с протонно-нейтронной моделью ядра, необходимо конкретизировать ее отдельными примерами и ознакомить с условным обозначением ядер и с процессом распада нейтрона. Хотя свободный протон-частица устойчивая внутри. Свойства протона и нейтрона можно объединить с представлением об одной ядерной частице – нуклона, находящегося в разных зарядовых состояниях: нейтральном (нейтрон) и заряженном (протон), а также объяснить механизм распада протона.

Полезно обратить внимание учеников, что плотность ядерного вещества всех ядер одинакова. Большое внимание следует уделять понятиям энергии связи ядра и удельной энергии связи, ибо это очень важно для объяснения энергетического выхода ядерных реакций.

Чтобы учащиеся лучше поняли вопрос об энергии связи, необходимо напомнить им о потенциальной энергии взаимодействия (Земли и тела, электрона и ядра) и рассказать о том, что любые устойчивые системы частиц обладают энергией связи (например, молекула). Однако лишь в ядрах энергия связи достигает больших значений. В ходе объяснения материала целесообразно предложить учащимся самостоятельно рассчитать энергию связи для разных элементов. Для облегчения усвоения материала целесообразно предложить дополнительный материал о тайнах материи и о тёмной материи во Вселенной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев, А. И. Методика преподавания физики в средней школе / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – С. 288.
2. 11 класс. Учебник. / Н. Ш. Турдиев [и др.]. – Ташкент : «Niso Poligraf», 2018.
3. Рябов, В. А. Поиски частиц тёмной материи. / В. А. Рябов, В. А. Царев, А. М. Цховребов. – УФН 178 (2008) – с. 1129.
4. Насриддинов, К. Преподавание разделов физики элементарных частиц по междисциплинарному подходу / К. Насриддинов, С. Давлетниязов // Педагогическое образование. – Ташкент, 2011. – № 6 – С. 43

Э. Н. ХУДОЙБЕРДИЕВ, Ж. М. АБДУЛЛАЕВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

ФОРМИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Развитие современной техники и технологий ставит неотложные задачи обучения физике при подготовке будущих специалистов народного хозяйства. Одной из этих задач является углубленное обучение физике, что требует детального анализа каждой темы и связанных с ней физических явлений. При решении указанной задачи важное значение имеет применение усовершенствованных методик обучения. К этим методикам можно отнести межпредметную связь, интеграцию с производством, научное обоснование изучаемого явления, которые приводят к повышению компетентности будущих специалистов. Одним из способов повышения компетентности будущих специалистов является анализ преемственности между теорией и экспериментом, между стадиями обучения в системе непрерывного образования, а также между старой и новой теориями.

В данной работе анализируется преемственность при формировании статистических понятий на различных стадиях непрерывного образования.

Статистическая физика в настоящем виде достаточно сложна и поэтому труднодоступна для учащихся и студентов. Поэтому для изучения основ статистической физики необходимо формирование идей статистической физики на ранних этапах обучения. Первоначальные понятия статистической физики формируются на лабораторных занятиях по механике, где студенты имеют дело с измерениями определенных величин и проведением многочисленных опытов, с оценкой погрешностей измерений. При этом студенты сталкиваются с понятиями абсолютной и относительной погрешности, средней величины, вероятности. Именно на данном этапе студенты осознают, что средняя величина является величиной наибольшей вероятности, что часто за истинное значение принимается среднее значение измеряемой величины, что с увеличением числа измерений можно уменьшить погрешностей измерения.

Дальнейшее развитие формирования статистических идей связано с изучением молекулярной физики и термодинамики, т. к. в этом разделе рассматривают множество атомов и молекул, все изучаемые явления подчиняются статистическим законам. Физические параметры, характеризующие данные явления, зачастую имеют статистический характер и являются интегральной характеристикой. Формирование статистических идей и понятий при изучении различных разделов физики и их отличительные черты указаны в таблице 1.

Таблица 1

Курс общей физики				
Механика	Молекулярная физика	Электromагнетизм	Оптика	Атомная и ядерная физика
Оценка результатов физических измерений. Введение понятия средней величины	Введение понятия средней скорости. Статистическая интерпретация основных термодинамических параметров	Хаотическое движение заряженных частиц. Принцип суперпозиции электромагнитных полей	Корпускулярно волновой дуализм света. Интерференция и дифракция света	Движение электронов и нуклонов. Радиоактивность

Необходимо констатировать роль изучения законов теории вероятностей при формировании статистических идей при изучении физики. Именно теория вероятности служит математической основой изучения закономерностей физических процессов. Основной задачей теории вероятности являются определение функции распределения изучаемого процесса, которым могут быть распределение по энергиям, по скоростям, и т. д.

При обучении физике на следующих стадиях необходимо указать разницу между классической и квантовой статистиками. Сходство и общности, а также разности между классической и статистической физикой можно указать в следующей диаграмме Венна.



Рисунок 1. – Диаграмма Венна

Как видно из диаграммы, между классической и квантовой теориями имеет место также принцип соответствия, что означает совпадение результатов, полученных по указанным теориям в граничных состояниях.

Квантовая статистика в свою очередь делится на статистику Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака, которые описывают поведение элементарных частиц с целыми и полуцелыми спинами соответственно. Классическое и квантовое распределения можно выразить в следующем общем виде:

$$n_i = \frac{1}{e^{\frac{W_i - \mu}{kT}} + \delta}$$

где W_i – энергия системы; μ – химический потенциал; k – постоянная Больцмана; T – температура системы; $\delta = \pm 1$ – в зависимости от рода статистики.

Из этой обобщенной формулы статистического распределения изменением величин μ и δ можно получить функции конкретного распределения, которые указаны в таблице 2.

Таблица 2

Функция в общем виде	Статистика Максвелла-Больцмана ($\mu = 0, \delta = 0$)	Статистика Бозе-Эйнштейна ($\mu \neq 0, \delta = -1$)	Статистика Ферми-Дирака ($\mu \neq 0, \delta = +1$)
$n_i = \frac{1}{e^{\frac{W_i - \mu}{kT}} + \delta}$	$n_i = \frac{1}{e^{\frac{W_i}{kT}}}$	$n_i = \frac{1}{e^{\frac{W_i - \mu}{kT}} - 1}$	$n_i = \frac{1}{e^{\frac{W_i - \mu}{kT}} + 1}$

Сопоставление поведения указанных функций распределения по энергиям приведено на графике (рисунок 2).

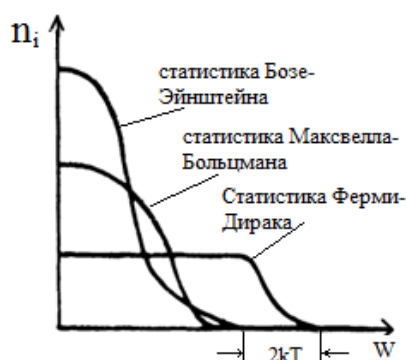


Рисунок 2. – Сопоставление функций распределения по энергиям

Как видно из графика, вид функции квантовых распределений зависит от соотношений между энергией частицы и химическим потенциалом, а также от величины их спина. В статистике Ферми-Дирака почти однородное распределение частиц вплоть до энергий химического потенциала (постоянное плато).

В статистике Бозе-Эйнштейна функция быстро убывает, и максимальная энергия частиц отличается от статистики Ферми-Дирака на $\Delta W = 2kT$.

Формирование статистических понятий с учетом преемственности, указанием общностей и разниц между классическим и квантовым статистиками способствует повышению компетентности будущих специалистов при обучении физике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М. : Высш. шк., 1990.
2. Джораев, М. Методологические и дидактические основы формирования вероятностно-статистических идей и понятий (на примере обучения физике в высшей и средней школе) : дисс. ... д-ра пед. наук / М. Джораев. – Ташкент, 1993.

Е. Н. ХУДОЙБЕРДИЕВ, Б. Т. БИСЕНОВА, Д. М. ХОЛОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Известно, что все явления природы с точки зрения современной физики осуществляются четырьмя взаимодействиями, называемыми как сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. При традиционном обучении физике эти взаимодействия изучаются в различных курсах физики. Сравнение характеристик протекания фундаментальных взаимодействий рассматривается в конце изучения курса общей физики. В некоторых зарубежных источниках литературы по физике наблюдается другой подход, в котором такие сравнения приводятся гораздо раньше. Например, авторы серии учебников «Берклевского курса физики» (БКФ) [1] при изучении раздела «Динамика» рассматривают все четыре взаимодействия и проводят их сравнительный анализ.

Такой подход, по нашему мнению, оправдан тем, что сравнительный анализ процессов способствует углубленному изучению физических явлений и определению общих закономерностей в этих процессах. Он является шагом на пути создания единой физической картины, т. е. единой физической теории мира. Первой попыткой такого объединения было создание электромагнитной теории, включающей в себя электрические и магнитные поля. Впоследствии оказалось, что и свет является электромагнитной волной. В 60-е годы XX века учёными С. Вайнбергом и А. Саламом была создана теория электрослабого взаимодействия, объединяющая электромагнитные и слабые взаимодействия [2].

При объединении этих взаимодействий следует, что в природе должны существовать промежуточные W - и Z - бозоны с массой ~ 80 ГэВ и ~ 90 ГэВ.

Для обнаружения W - и Z - бозонов были созданы специальные установки, в которых эти бозоны будут рождаться при столкновениях встречных пучков $p\bar{p}$ и e^-e^+ высокой энергии.

В 1983 г. появились первые сообщения о детектировании в ЦЕРНе первых случаев рождения промежуточных векторных бозонов. Однако для проверки теории в полном объеме необходимо также экспериментально исследовать механизм спонтанного нарушения симметрии. Если этот механизм нарушения симметрии действительно осуществляется в природе, то должны существовать элементарные скалярные бозоны, т. е. хиггсовы бозоны. Стандартная теория предсказывает существование как

минимум одного нейтрального бозона. В более сложных вариантах теории имеются несколько таких частиц, причем некоторые из них заряженные. В отличие от промежуточных бозонов, массы хиггсовых бозонов теорией не предсказывается [3].

Существуют теоретические модели «великого объединения», в которых группы SU(2) и U(1) электрослабого взаимодействия и группа SU(3) сильного взаимодействия являются подгруппами единой группы. В еще более фундаментальных моделях эти взаимодействия объединяются с гравитационными и образуют «супер объединение» – супер симметрию.

В таблице 1 приведены основные характеристики всех известных фундаментальных взаимодействий.

Таблица 1

№	Тип взаимодействия	Потенциальная энергия (U,r)	Сила взаимодействия	Характерное время	Радиус взаимодействия	$\frac{F_{\text{взаим}}}{F_{\text{сильно}}}$
1	Сильное взаимодействие	$\frac{-D \exp(-\frac{r}{r_0})}{r}$	$\frac{D}{r_0} \frac{\exp(-\frac{r}{r_0})}{r^2}$	10^{-24} с	$\sim 10^{-15}$ м	1
2	Электромагнитное взаимодействие	$-k \frac{e^2}{r}$	$k \frac{e^2}{r^2}$	10^{-10} с	∞	$\frac{1}{137}$
3	Слабое взаимодействие		$\frac{G_r}{\sqrt{2}} \bar{p} n \cdot \bar{e} \nu$	10^{-21} с	$\sim 10^{-18}$ м	$\frac{1}{10^{14}}$
4	Гравитационное взаимодействие	$-G \frac{Mm}{r}$	$G \frac{Mm}{r^2}$?	∞	$\frac{1}{10^{38}}$

С методической точки зрения удобно сначала определить потенциальную энергию, а затем рассчитать силу и ее составляющие. Как видно из таблицы, потенциальная энергия всех взаимодействий определяется как величина, обратно пропорциональная расстоянию: $U = c/r$.

Сила взаимодействия определяется производной от потенциальной энергии $F = -\frac{\partial U}{\partial r} = \frac{c}{r^2}$, т. е. по закону обратных квадратов. Для слабого взаимодействия $G_F = 10^{-49} \text{ Дж} \cdot \text{м}^3 \cdot G_F / \hbar c = -[M^2]$ при $\hbar = c = 1$. $G_F = 10^{-5} / m^2$, где m – масса протона, $F = \frac{1}{G_F}$, \bar{p} – оператор рождения протона, n – оператор уничтожения нейтрона, \bar{e}, ν соответственно для электрона и нейтрино. В приведенной таблице постоянная D имеет порядок $10^{-15} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$, $r_0 = 1,5 \cdot 10^{-15}$ м.

На рисунке 1 приведены зависимости потенциальной энергии и силы от расстояния для ядерного и электромагнитного взаимодействий.

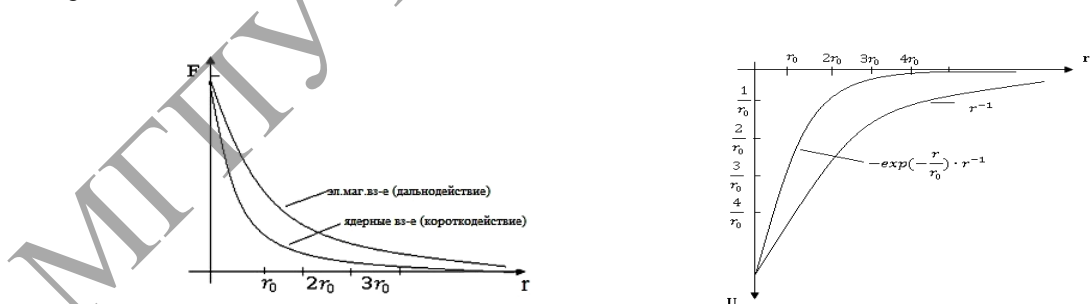


Рисунок 1. – Зависимость потенциальной энергии и силы от расстояния для ядерного и электромагнитного взаимодействий

Как видно из таблицы и из рисунков, сила ядерного притяжения убывает быстрее, чем электромагнитное. Например, на расстоянии $r = r_0 \frac{U_{\text{ядер}}}{U_{\text{эл. маг}}} = \frac{D}{e^2} \exp(10^{-3}) = 10^{-400}$, т. е. ничтожно мало.

Также необходимо обратить внимание на скорости протекания слабого взаимодействия, которая в тысячи раз медленнее, чем сильного. Другой характеристикой взаимодействий является длина свободного пробега частицы в веществе. Например, частицы сильного взаимодействия – адроны – можно

задержать железной плитой толщиной в нескольких десятках сантиметров, а нейтрино проходит через железную плиту толщиной порядка миллиард километров без столкновения с атомами вещества. Кроме этого, радиус действия слабых взаимодействий является наиболее коротким.

Если бы не существовало закона сохранения тяжелых частиц, то за 0,001 с все вещество Вселенной распалось бы на электроны и нейтрино, поэтому слабые взаимодействия представляют собой нечто вроде всеобщего заболевания, поразившего в одинаковой степени все элементарные частицы. Оно стремится превратить все элементарные частицы в конечном итоге в электроны и нейтрино [4].

В заключение отметим, что традиционные методические подходы одностороннего (с точки зрения механики, с точки зрения электричества и т. д.) освещения изучаемого физического явления приводят к ограничению кругозора мышления обучающихся. Вышеизложенная методика обобщения и сравнительный анализа фундаментальных взаимодействий способствует углубленному обучению физических процессов и тем самым к формированию общепрофессиональной компетентности будущих специалистов в различных отраслях народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киттель, Ч. Механика. БКФ / Ч. Киттель, В. Найт, М. Рудерман ; пер. с англ. – М. : Наука, 1983.
2. Вайнберг, С. Единые теории взаимодействия элементарных частиц. УФН / С. Вайнберг ; пер. с англ. – М., 1976.
3. Ву, Ц. С. Бета-распад (пер. с англ.) / Ц. С. Ву, С. А. Мошковский. – М., 1970.
4. Оরি, Дж. Популярная физика / Дж. Орир. – М. : Мир, 1980.

С. О. ХУЖЖИЕВ, Х. К. АРТИКОВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

Предмет физики представляет собой четко определенный диапазон знаний, навыков и умений, являющихся основой для всестороннего развития студентов, а также формирования у них научного мировоззрения. Для этого необходимо повысить уровень преподавания физики в высших учебных заведениях.

Обучение можно разделить на следующие направления:

Направление 1: Содержание физики – спектр знаний, развивающий научное мировоззрение и философское мышление студентов;

Направление 2: Профессиональные знания в формировании теоретических знаний в будущей профессии студентов;

Направление 3: Основы знаний, которые формируют профессиональную подготовку студентов.

Направление 4: Образовательный контент, основанный на взаимосвязи физики и общепрофессиональных дисциплин – набор знаний, который развивает научное мировоззрение и философское мышление студентов и формирует их представление о теоретических знаниях профессии, основанных на физических законах и явлениях;

Направление 5: Обучение, основанное на взаимосвязи физики и специальных дисциплин, – диапазон знаний, который формирует у студентов представление о практических знаниях о явлениях природы;

Направление 6: Образовательный контент, основанный на взаимосвязи общепрофессиональных и специальных дисциплин диапазон знаний, которые формируют теоретические и практические знания, навыки и умения студентов по профессии;

Направление 7: Обучение, основанное на взаимосвязи физических, общепрофессиональных и специальных дисциплин, представляющих собой спектр знаний, которые формируют мировоззрение, профессиональные знания, практические навыки и способности студентов.

Взаимосвязь физики и специальных дисциплин состоит из следующих этапов:

• изучение принципов, лежащих в основе физики и взаимосвязи специальных предметов (теоретическая подготовка преподавателей);

• дифференциация знаний (подготовка к конкретным занятиям);

• интеграция полученных знаний в соответствующие темы;

• организация занятий на основе взаимозависимости предметов и расширения полученных знаний;

• преподаватель должен подчеркнуть главное, что отражает междисциплинарные связи в материале по предмету «Физика».

• знания по физике, основанные на междисциплинарном общении, должны включать систему взглядов и убеждений студентов относительно их будущей профессии. Только тогда эти знания будут храниться в памяти студента в течение длительного времени.

Необходимо связать учебный материал на основе междисциплинарной физики с практической работой и упражнениями студента и улучшить знания материала.

Основой междисциплинарного обучения является учебная программа, а затем пособия и учебники. Завершающим этапом их реализации является работа преподавателя. Его успех во многом зависит от взаимосвязи между дисциплинами, их типами, основными направлениями их создания и степени их четкой дифференциации.

Эта программа должна включать в себя:

- современные проблемы физики;
- основные направления развития физики, науки и техники.

Практические аспекты физики связаны с подготовкой младших специалистов в определенных группах. Программа также должна включать формирование профессиональных знаний и навыков, развитие профессионального мышления и развитие профессиональных качеств. Функциональная программа также содержит вариативную часть предмета. Альтернативная часть может варьироваться в зависимости от направления вуза. В этом разделе рассматриваются конкретные задачи с учетом общих профессиональных и специальных дисциплин в конкретном учебном заведении, а также приводится более широкое изучение некоторых вопросов с целью развития междисциплинарного общения и профессиональной ориентации. Функциональная программа включает в себя инвариантную часть, которая учитывает общие принципы и методологические принципы формирования содержания физики, а также вариационную часть физической и профессиональной дисциплины с учетом общих и методологических принципов структуры предмета. В функциональной программе учебный материал выбирается в соответствии с целями образования и обучения, дидактическими принципами последовательности и целенаправленности.

Функциональная программа основана на следующих принципах:

1. Научное содержание функциональной программы.
2. Социально-идеологическое содержание функциональной программы.
3. Профессиональная направленность функционального программного содержания.
4. Связь теории с практикой.
5. Содержание функциональной программы имеет определенную систему.
6. Наличие междисциплинарных ссылок.
7. Учет психологических и возрастных особенностей студентов при разработке функциональных программ.

Функциональный программный проект облегчает тематическое планирование изучения как базового, так и дополнительного учебного материала, то есть указывает приблизительное распределение учебных часов для каждого раздела. Альтернативы включают в себя как содержание учебного материала, так и общий объем знаний и навыков, связанных с этой частью. Эта программа также отражает количество знаний и базовых навыков, необходимых для профессиональных материалов. Следующие основные педагогические критерии для установления междисциплинарной связи с тщательным изучением лучших практик, с учетом результатов наших педагогических навыков.

Новые физические знания, рекомендуемые для развития, должны представлять интерес для практических потребностей студентов. Для этого учебный материал по физике должен быть профессиональным в зависимости от направления;

Успех учебной деятельности зависит от высокого уровня активности и самостоятельности студентов. Преподаватель должен помочь им развить эти качества. Важным фактором является формирование учебной мотивации в учебной деятельности и развитие у студентов знаний физики. Соответственно необходимо совершенствовать профессиональное содержание учебного материала, разрабатывать новые методы обучения, совершенствовать и внедрять их, оказывать методическую поддержку учебной деятельности, обобщить процесс изучения предмета физики и привлечь к нему студентов, каждое занятие должно иметь новый элемент, который поможет не только расширить физические знания, но и применить их в практических ситуациях.

Содержание занятий по физике должно эффективно использоваться для обучения студентов. В этом случае учитель формирует мировоззрение студентов, дает им широкое понимание социально-политических, этических, эстетических и профессиональных знаний и формирует у студентов правильное отношение к событиям и фактам, а также учит их, как использовать эти знания в своей профессиональной деятельности.

Научная организация занятий основана на следующих результатах:

- развитие научного мировоззрения студентов;
- пробуждение интереса к профессии, а также к науке;
- развитие навыков применения теоретических знаний на практике, применение их к трудовой деятельности;

- предоставление студентам знаний, необходимых для освоения основ специальных наук по выбранной ими специальности;
- формирование навыков самостоятельного и творческого мышления, беглого изложения;
- повышение способности студентов понимать физические процессы в природе и технике, а также запоминать физические законы, правила и события, относящиеся к физической проблеме профессионального характера, отличать их друг от друга и выявлять отличительные особенности событий;
- умение группировать физические законы и правила;
- умение делать выводы по полученным результатам;
- правильное использование единиц измерения в профессиональной практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамараджабов, Ш. Приоритеты преподавания физического воспитания в академических лицах и профессиональных колледжах : метод. пособие / Ш Мамараджабов. – Ташкент : ТЕМХТБ, 2003. – 30 с.
2. Мамараджабов, Ш. Научные основы повышения эффективности междисциплинарного общения в физическом воспитании / Ш Мамараджабов, Л. Джураева // Журнал педагогического образования. – 2006 – №5. – С. 31–32.
3. Мирзаахмедов, Б. Эффективность физического воспитания на основе междисциплинарных связей / Б. Мирзаахмедов, Ш. Мамараджабов // Проблемы физики и астрономии, методы обучения : Республиканская научно-практическая конференция. – Ташкент : ТДПУ, 2006. – С. 71–72.

В. С. ШАРАЙ, В. В. ДАВЫДОВСКАЯ

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В общем случае компьютерное моделирование физических процессов и систем является весьма сложной задачей. Помимо умений в области программирования необходимы глубокие знания в области физики и математики (методов численного решения). Для моделирования простейшей физической задачи необходимо иметь представления о дифференциальных уравнениях и способах их численного решения, что зачастую является проблематичным. Пакет прикладных программ MATLAB упрощает задачу программирования своими встроенными функциями для решения целого ряда задач определенного типа. При моделировании в этой среде нет необходимости в идеале владеть численными методами решения дифференциальных уравнений, что не только упрощает задачу, но и значительно уменьшает количество строк в коде программы. Одной из важных частей моделирования является визуализация решения (графики, таблицы, диаграммы). Построение графических изображений является трудно реализуемой задачей на таких языках программирования, как C, C++, Delphi и др., чего нельзя сказать про MATLAB, где функция построения графика является простой и удобной в использовании.

Таким образом, преимущества MATLAB при моделировании физических процессов и систем перед другими средами программирования очевидны. Рассмотрим это на примере задачи колебания математического маятника. Математическим маятником называется малое тело (материальная точка) массы m , подвешенное на нити длиной l . Во многих источниках приводится уравнение для описания процесса колебания математического маятника (см., напр. [1]):

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \omega^2 \cdot \sin\varphi = 0, \quad (1)$$

где φ – угол отклонения маятника, $\omega^2 = g/l$, g – ускорение свободного падения, l – длина нити маятника.

Рассмотрим случай малых колебаний. Пусть в начальный момент маятник отклонён от вертикали на угол φ_0 и отпущен без начальной скорости. Тогда начальные условия будут:

$$t=0, \varphi = \varphi_0, \dot{\varphi}_0 = 0. \quad (2)$$

Для малых колебаний ($\varphi < 10^\circ$) будем считать $\sin\varphi \approx \varphi$. Тогда уравнение (1) примет следующий вид:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \omega^2 \cdot \varphi = 0. \quad (3)$$

Уравнение (3) есть дифференциальное уравнение простого гармонического колебания. Общее решение этого уравнения имеет вид:

$$\varphi = A \cos \omega t + B \sin \omega t, \quad (4)$$

где А и В – постоянные интегрирования [2].

Для решения данной задачи в Delphi необходимо составить явную разностную схему для решения дифференциального уравнения (3). Для этого заменяем вторую производную ее конечно-разностным выражением.

$$\ddot{\varphi} = \frac{\varphi_{i-1} - 2\varphi_i + \varphi_{i+1}}{h^2} \quad (5)$$

где $i = 1, 2, 3 \dots n$.

За нулевой элемент φ_0 берем первоначальное отклонение маятника от положения равновесия. Количество элементов n будем брать исходя из рассматриваемого промежутка времени T и желаемого шага h . При этом примем $\varphi_1 = \varphi_0 - lh$. Таким образом, имеем следующее уравнение:

$$\frac{\varphi_{i-1} - 2\varphi_i + \varphi_{i+1}}{h^2} + \frac{g}{l} \varphi_i = 0.$$

Перепишем это выражение в виде:

$$\varphi_{i+1} = \varphi_i \left(2 - \frac{g}{l} h^2\right) - \varphi_{i-1}. \quad (6)$$

Таким образом, получили готовое выражение для поиска угла отклонения маятника в любой момент времени. Программный код вычислительного блока в Delphi выглядит следующим образом:

```
begin
  l:=Strtofloat(Edit1.Text);
  x:=Strtofloat(Edit2.Text);
  Time:= Strtofloat(Edit3.Text);
  n:=500;
  h:=Time/n;
  k:=(9.8/l);
  v:=0;
  alpha:=x/l*pi/180;
  u[1]:=x;
  u[2]:=u[1]-v*h;
  t[1]:=0;
  t[2]:=h;
  vt[1]:=v;
  for i:=2 to n do begin
    t[i+1]:=t[1] + i * h;
    u[i+1]:= (2*u[i] - h*h*(k)*Sin((u[i]/l)*pi/180)-u[i-1]);
  end;
  t[n]:=Time;
  for i:=1 to n-1 do begin
    vt[i+1]:= (u[i+1]-u[i])/h;
  end;
  vt[n]:= (u[n]-u[n-1])/h;
  for i:=2 to n-1 do begin
    at[i+1]:= (vt[i+1]-vt[i])/h;
  end;
  at[1]:= (vt[3]-vt[2])/h;
  at[2]:= (vt[4]-vt[3])/h;
```

В итоге, запуская готовое приложение, мы можем убедиться в его работоспособности. Результат можно увидеть на рисунке 1.

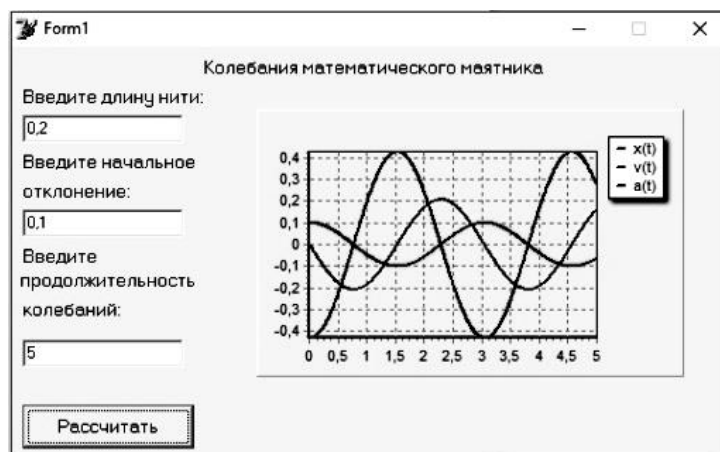


Рисунок 1. – Приложение по моделированию колебаний математического маятника в Delphi

Как видно из приведенного листинга кода, алгоритм решения задачи достаточно сложный для разработчика, если он не знаком с численными методами, а именно с методом конечных разностей. При этом вычисления выглядят громоздкими. Для решения этой же задачи в MATLAB можно воспользоваться встроенной функцией для решения ОДУ – ode45. Синтаксис этой функции выглядит следующим образом [3]:

$$[t, y] = \text{ode45}(\text{odefun}, \text{tspan}, y_0)$$

Здесь $\text{tspan} = [t_0 \quad t_f]$. Интегрирование системы дифференциальных уравнений $y' = f(t, y)$ происходит от начального момента времени t_0 до конечного t_f с начальными условиями y_0 . Функция `ode45` фактически убирает необходимость численного решения дифференциального уравнения вручную. Параметр `odefun` будет находиться в отдельном m-файле. Его структура будет следующая:

```
function dxdt=fun(t,x)
global l xn g T
dxdt=zeros(2,1);
dxdt(1)=x(2);
dxdt(2)=- (g/l) *sin(x(1)/1*pi/180);
```

В результате будем иметь приложение, изображенное на рисунке 2.

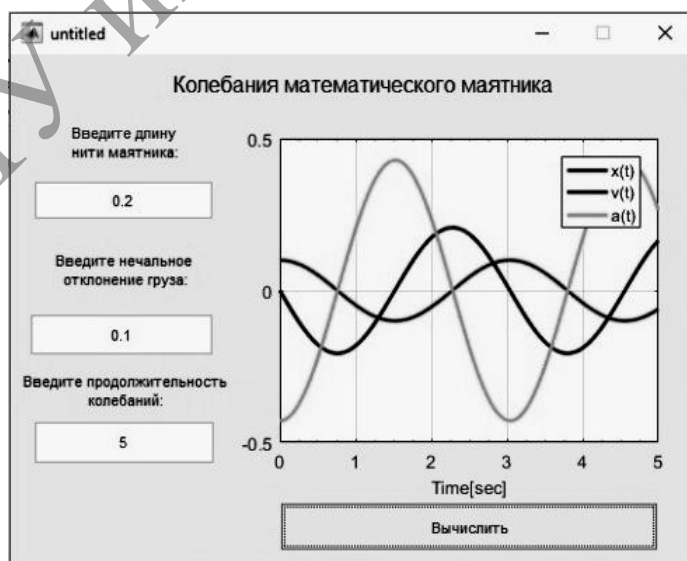


Рисунок 2. – Приложение по моделированию колебаний математического маятника в GUIDE

Листинг Callback-функции для кнопки **Вычислить**:

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global l xn g Tp
l=str2double(get(handles.edit1,'string'));
xn=str2double(get(handles.edit2,'string'));
Tp=str2double(get(handles.edit3,'string'));
g=9.8; x0=[xn 0]; N=500;
tspan=linspace(0,Tp,N);
[T,X]=ode45('fun',tspan,x0);
dt=(tspan(end)-tspan(1))/N;
s=length(X(:,1));
f=X(:,2);
A=zeros(s,1);
A=(f(2:s)-f(1:s-1))/dt;
A=[A(1); A];
plot(handles.axes1,T,X(:,1),'r','LineWidth',2)
hold on
plot(handles.axes1,T,X(:,2),'b','LineWidth',2)
plot(handles.axes1,T,A,'g','LineWidth',2)
set(handles.axes1,'XMinorTick','on')
grid(handles.axes1,'on')
box(handles.axes1,'on')
xlabel(handles.axes1,'Time[sec]','FontSize',10)
legend(handles.axes1,'x(t) ','v(t) ','a(t) ', 4)
```

Следует отметить, что при визуально одинаковых полученных результатах (рисунки 1 и 2), для решения этой задачи в Delphi, составлялась явная разностная схема для решения дифференциального уравнения, что также требует знаний в области численных разностных методов для решения дифференциальных уравнений [1]. В MATLAB есть встроенные функции для решения дифференциальных уравнений и их систем.

Сравнивая вычислительные блоки обеих программ, можно сделать выводы о простоте моделирования физических и математических задач в программе MATLAB, используя встроенные функции и пакеты для вычислений. Для проведения аналогичных действий в решении задачи в Delphi приходится вручную создавать алгоритм численного решения дифференциального уравнения, что является достаточно сложной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики / Н. Н. Бухгольц. – М. : Наука, 1969. – 336 с.

2. Лазарев, Ю. Ф. Моделирование процессов и систем в MATLAB : учеб. курс / Ю. Ф. Лазарев. – СПб. : Питер, 2005. – 511 с.

3. Список функций PDE Toolbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://MATLAB.exponenta.ru/pde/book3/1/pdetool.php>. –

Дата доступа: 05.02.2020.

И. Ю. ШАХИНА¹, Е. С. АСТРЕЙКО²

¹ВГПУ им. М. Коцюбинского (г. Винница, Украина)

²УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Социально-экономические преобразования, происходящие в Украине, выдвигают новые требования к подготовке специалистов. Вхождение образования Украины в Болонский процесс привело к изменению целей, задач и условий осуществления обучения в высших учебных заведениях (ВУЗ). В соответствии с этим разрабатываются, совершенствуются и внедряются новые педагогические технологии обучения [1, с. 119].

В настоящее время осуществляется модернизация украинской системы образования, что выдвигает новые требования к результатам обучения, а также к подготовке высококвалифицированных специалистов во всех отраслях образования, в том числе и к педагогу, его профессиональной мобильности.

Сейчас особое внимание уделяется организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов как основного средства усвоения учебного материала. Выполнение студентами высшего образования индивидуальных заданий по учебным дисциплинам будет способствовать отработке и усвоению учебного материала, закреплению и углублению полученных в процессе аудиторных занятий знаний и, главное, формированию культуры умственного труда и навыков самообразования, а также развитию творческих способностей. Такой подход, в свою очередь, требует необходимости переноса акцента с процесса преподавания на процесс обучения [2, с. 89].

Цель самостоятельной работы студентов – это развитие творческих способностей и активизация их умственной деятельности, формирование умений и навыков самостоятельного интеллектуального труда, формирование потребности непрерывного самостоятельного пополнения знаний как необходимого условия для творческого мышления. Основная задача самостоятельной работы – научить студентов самостоятельно работать с различными источниками информации, творчески воспринимать и осмысливать учебный материал.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов Винницкого государственного педагогического университета имени Михаила Коцюбинского (для примера) нами разработан электронный учебно-методический комплекс для магистров области знаний 01 Образование / Педагогика специальности 015 Профессиональное образование (Компьютерные технологии) по предмету «Инновационные методы, технологии и мониторинг качества электронного обучения» http://ito.vspu.net/ENK/2017-2018/innovatsiyni_metodu/index.htm.

Основная задача преподавателя заключается в следующем:

- обеспечить учебный процесс соответствующими учебно-методическими материалами;
- передать студентам знания по конкретной учебной дисциплине и продемонстрировать связь с другими учебными дисциплинами;
- раскрыть сущность существующих проблем и дискуссионных вопросов в рамках конкретной учебной дисциплины;
- помочь студентам правильно организовать процесс самостоятельной учебно-познавательной деятельности;
- научить студентов учиться, в том числе самостоятельно, и эффективно управлять собственным временем.

При таких условиях преподаватель выступает своего рода посредником между накопленными знаниями и студентами, которые должны выполнить соответствующую, не менее важную, работу, а именно:

- получить знания по конкретной учебной дисциплине;
- закрепить и усвоить в процессе самостоятельной работы полученный материал;
- быть способным применять со временем полученные знания на практике;
- обогатить полученные знания своим опытом и передать их следующим поколениям [3, с. 278].

Основная сложность этой работы заключается в том, что достоверно оценить ее качество (как на уровне преподавателя, так и на уровне студента) возможно, во-первых, только опосредованно, а во-вторых – только со временем.

Это связано с тем, что как для преподавателя недостаточно только передать студентам знания, так и для студентов недостаточно просто запомнить полученный материал, поскольку процесс обучения более глубокий и по форме, и по своей сути.

Во многом процесс обучения может быть значительно улучшен в условиях сочетания в нём самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов двух направлений: учебно-познавательной и научно-познавательной. Глубинная сущность основных направлений самостоятельной познавательной деятельности студентов раскрывается в их цели и назначении.

Для учебно-познавательной деятельности студентов она состоит в более глубоком усвоении лекционного и практического материала и в расширении горизонтов видения учебной дисциплины и возможностей ее применения на практике.

Соответственно, для научно-познавательной деятельности наиболее важным является побуждение и мотивация студентов к научному поиску, к научному познанию и дальнейшей реализации научного потенциала.

Несмотря на то, что научная деятельность никогда не была и не является массовой, именно она способствует, с одной стороны, усилению умственной деятельности студентов, а с другой – позволяет преподавателю находить, открывать и способствовать дальнейшей реализации научного потенциала студентов.

Этот процесс сопровождается:

- сбором фактического материала, на котором должно строиться дальнейшее научное исследование;

- поиском и определением научных проблем;
- анализом причинно-следственных связей определенных проблем;
- формулировкой научной гипотезы как формы развития научного познания;
- доказательством научной гипотезы как одного из путей к установлению истины;
- теоретическим обобщением основных результатов научного исследования.

При этом основной характерной чертой организации самостоятельной учебно-познавательной и научно-познавательной деятельности студентов должен быть системный подход, начинающийся на первых курсах и заканчивающийся написанием и защитой студентами магистерских работ. Такой подход позволяет, с одной стороны, повысить профессиональную мотивацию студентов, а с другой – выявить и помочь реализовать научный потенциал молодежи, учащейся в вузе.

Итак, высокий уровень организации самостоятельной учебно-познавательной и научно-познавательной деятельности студентов не только способствует качественному усвоению учебного материала, но и закладывает основы дальнейшего постоянного самообразования и самосовершенствования молодого поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дідківська, О. Г. Напрями вдосконалення механізмів регулювання професійної освіти в Україні / О. Г. Дідківська // Вісник Запорізького національного університету : збірник наукових статей. Педагогічні науки. 2015. – № 3 (21). – С. 118–124.
2. Канівець, М. В. Роль самостійної роботи в процесі саморозвитку студентів. Теорія і практика управління соціальними системами. 2012. – № 2. – С. 87–94.
3. Шахіна І. Ю. Інноваційні методи, технології та моніторинг якості електронного навчання : навчальний посібник / І. Ю. Шахіна. – Вінниця : ФОП Тарнашинський О. В., 2018. – 556 с.

В. А. ШИЛИНЕЦ

УО ФПБ «Международный университет «МИТСО»» (г. Минск, Беларусь)

ВЛИЯНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ НА УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ

Математика является одной из наук, развитие которой служит необходимым условием ускорения научно-технического прогресса, а также повышения эффективности других наук.

Протекающие в белорусском обществе экономические, культурные и социальные преобразования заставляют преподавателей учреждений высшего образования искать пути, позволяющие сделать изучение дисциплин естественно-математического цикла интересным и более доступным. Современная система образования в УВО должна базироваться на принципах личностно-развивающего обучения, способствующего профессиональному самоопределению личности. Сущность изменений, происходящих в данный момент в математическом образовании, можно определить как переход от унифицированного образования к дифференцированному.

Одной из инновационных образовательных технологий в высшей школе, последовательно реализующей принципы педагогического менеджмента и развивающего обучения, является рейтинговая система обучения.

Рейтинг – это индивидуальный суммарный индекс студента, устанавливаемый на каждом этапе текущего, рубежного и итогового контроля знаний. В современной педагогической практике существует два основных подхода к трактовке понятия «рейтинговая система»: в узком смысле – как метод контроля и оценивания, в широком – как система обучения в целом.

В данный момент в учреждениях высшего образования Республики Беларусь, в том числе и в Международном университете «МИТСО», разработаны и применяются на практике различные варианты рейтинговых систем, но все многообразие их можно свести к двум, которые основаны на идеях накопительного и делительного рейтингов. Оба они предполагают ранжирование студентов по рейтинговым баллам, договорной порядок взаимоотношений студентов и преподавателя в рамках функционирования рейтинговых технологий.

Конструирование рейтинговой системы имеет свои особенности и сопряжено с выполнением большого объема предварительной организационно-методической и технической работы. Но преимущества, связанные с использованием рейтинговой системы как средства успешного освоения математических дисциплин, очевидны.

Во-первых, стимулируется максимально возможный в данной ситуации интерес обучающихся к конкретной теме, а, следовательно, и к изучаемой математической дисциплине в целом.

Во-вторых, процесс обучения охватывает всех студентов, их поведение при этом контролируется преподавателем.

В-третьих, дух соревнования и соперничества, изначально заложенный в человеческой природе, находит оптимальный выход в добровольной игровой форме, которая не вызывает негативной отталкивающей и болезненной стрессовой реакции.

В-четвертых, развиваются элементы творчества и самоанализа, включаются дополнительные резервы личности, обусловленные повышенной мотивацией студентов.

В-пятых, наблюдается поворот мышления и поведения студентов в направлении более продуктивной и активно-поисковой деятельности.

Использование рейтинговой системы позволяет задействовать весь мотивационный блок и различные каналы приема-передачи учебной информации. При этом образуются и многократно усиливаются эффекты обратной взаимосвязи между всеми участниками такого применения передовых технологий в образовании. Сам преподаватель попадает под влияние таких эффектов. Это требует от него высокой концентрации труда и соответствующего интереса.

Оценка знаний в баллах не вызывает стресса, не оскорбляет. Студент, «оценивающийся» по рейтингу, похож на поднимающегося или опускающегося по лестнице. У студентов появляется желание подняться на «вершину» знаний.

Рейтинговая система, несмотря на имеющиеся в ней недостатки, позволяет полностью раскрыться студенту, вызывает дух соревнования, повышает интерес к учебной дисциплине, не вызывает зависти, поскольку все находится в равных условиях с начала и до конца изучения математической дисциплины.

Основа рейтинговой системы – деятельностный подход к организации учебной работы студентов. Учитывая это, кафедрой высшей математики Международного университета «МИТСО» в каждой изучаемой студентами дисциплине выделены несколько внутрипредметных модулей, определены и вынесены на контроль конкретные цели обучения, ключевые понятия в каждом модуле, разработаны системы текущего контроля по различным видам учебной деятельности (решение задач, индивидуальные задания, контрольные работы, тесты).

Определены также максимальное и минимальное количество баллов рейтинга по каждому виду учебной деятельности, количество и формы рубежного контроля по окончании изучения тем. Разработана система «премиальных» и «штрафных» баллов.

В начале семестра на первом занятии по той или иной дисциплине, закрепленной за кафедрой, мы знакомим студентов с оценочной шкалой, правилами определения их рейтинга, системой компенсации пропущенных занятий, формами текущего и итогового контроля. Интегральная оценка работы студента в процессе изучения математической дисциплины является допуском к экзамену (зачету) и влияет на итоговую оценку.

Опыт работы по рейтинговой системе контроля знаний позволяет сделать вывод, что такая система стимулирует учебно-познавательную деятельность студентов, повышает качество знаний и профессиональной подготовки, активизирует формы и методы управляемой самостоятельной работы за счет поэтапной и дифференцированной оценки всех видов учебной и научно-исследовательской работы по многобалльной шкале.

С. Н. ЩУР

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КАК ВАЖНОГО ФАКТОРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА В ВУЗЕ

Обращение к пониманию сущности дисциплины, путей и способов её обеспечения и поддержания в различных типах образовательных учреждений является, на наш взгляд, важнейшим аспектом развития системы образования.

Именно в процессе образования человек осваивает культурные ценности. Содержание образования черпается и непрерывно пополняется из культурного наследия различных стран и народов, из разных отраслей постоянно развивающейся науки, а также из жизни и практики человеческой деятельности. Система образования воплощает в себе состояние, тенденции и перспективы развития общества, или воспроизводит и укрепляет, или совершенствуя сложившиеся в нем стереотипы поведенческой деятельности, регуляторы поведения.

То есть образование является своеобразным социокультурным феноменом и выполняет социокультурные функции. При этом можно констатировать, что поведение человека, его

взаимоотношения с обществом, его личностная, а затем и профессиональная культура регулируются во всех сферах жизни моралью и дисциплиной.

В высших учебных заведениях применяются разнообразные организационные формы обучения – лекция, семинар, практическая, лабораторная работа, НИРС, самостоятельная учебная работа студентов, производственная практика, стажировка в другом отечественном или зарубежном вузе. В качестве форм контроля и оценки результатов обучения используются экзамены и зачеты, рейтинговая система оценки; реферативная и курсовая, дипломная работы, дипломный проект. Все эти многообразные формы организации процесса обучения в своей основе раскрываются через способы взаимодействия педагога со студентами при решении образовательных задач, посредством различных путей управления деятельностью, общением и взаимоотношениями. В рамках последних реализуются содержание образования, образовательные технологии, стили, методы и средства обучения.

Важное место, на наш взгляд, в структуре организации педагогической деятельности занимают вопросы регулирования поведенческой деятельностью обучаемых в процессе осваивания ими профессиональных способов деятельности, соблюдения обучающимися правил и норм поведения в процессе обучения, формирования сознательной дисциплины как элементов профессиональной культуры в образовательной среде и др. Как подчёркивал чешский педагог-гуманист, основоположник научной педагогики Я. А. Коменский, «школа без дисциплины, что мельница без воды» [1, с. 141].

Сущность феномена дисциплины как объекта познания и воспитания, различные подходы к разработке проблемы воспитания дисциплины в её историко-педагогическом аспекте, вопросы формирования дисциплины как способности личности к самоорганизации для достижения собственных целей исторически выработанными культурными способами в современной образовательной среде раскрыты нами в статье «Психолого-педагогические подходы к пониманию сущности дисциплины: исторический аспект и современное состояние» [2, с. 102–109].

Деятельность преподавательских кадров по укреплению и поддержанию дисциплины в учебных заведениях может строиться на основе следующих принципов:

- индивидуальный и дифференцированный подход;
- опора на положительное в деятельности обучаемого;
- предметность, адресность и персонифицированность требований;
- обязательная ответственность за нарушение требований дисциплины;
- систематичность, последовательность и оперативность в реагировании на нарушения;
- объективность при оценке состояния дисциплины;
- целенаправленное стимулирование дисциплинарного поведения и стремление к самодисциплине.

Педагог, являясь организатором всей учебно-воспитательной работы, для укрепления дисциплины:

- мониторит ее состояние;
- выявляет причины нарушений дисциплины;
- определяет наиболее эффективные формы и методы работы по поддержанию дисциплины;
- определяет цель, основные направления, пути и способы достижения высокого уровня дисциплины при организации учебно-воспитательного процесса.

Необходимо акцентировать внимание, что вся работа должна носить плановый, непрерывный и комплексный характер. При этом преподавателю необходимо умение охватить своим вниманием все сферы деятельности обучаемого.

Основные методы формирования дисциплины: разъяснение правил поведения, моральная и правовая оценка поступков учащихся. Наибольшие трудности вызывает правильное использование мер воздействия на нарушителей дисциплины.

В истории педагогической мысли по вопросу поддержания дисциплины, и способов и методов её воспитания существуют различные подходы.

Так, П. Ф. Каптерев на рубеже XIX–XX веков выделил четыре способа выработки и поддержания дисциплины, различающихся по характеру взысканий.

Во-первых, самый древний и самый неудовлетворительный способ обеспечения дисциплины – посредством применения телесных наказаний. «Побои, – писал П. Ф. Каптерев, – чрезвычайно грубый приём, особенно в применении к детям, это средство воспитания скотов, а не людей... Путём причинения физических страданий можно вынудить человека почти ко всему, но решительно ни в чём нельзя убедить. Телесное наказание лишено разумной силы» [3, с. 617].

Второй способ связан с возбуждением чувства самолюбия и чести, посредством общественного порицания или похвалы. «По сравнению с телесными наказаниями, – подчёркивал П. Ф. Каптерев, – это начало, конечно, тоньше, деликатнее. С этим началом педагогика от применения скотских приёмов переходит к человеческим, она взывает теперь к человеческой гордости, к человеческому достоинству и на возбуждении этой стороны человеческой природы хочет укрепить влияние педагога на воспитываемых. Благородно-то оно благородно, но не педагогично. Самолюбие и честолюбие, похвалы и порицания, особенно публичные, могут ли быть признаны вполне целесообразными воспитательными

средствами?... Похвалы за добродетель – средство воспитать эгоиста, а не действительно добродетельного человека. Самые уколы самолюбия и чести при порицаниях, особенно публичных, едва ли чем разнятся по существу от причинения телесного страдания и страха» [3, с. 617–618].

Третий способ обеспечения дисциплины обусловлен естественными следствиями поступков. Естественные наказания ставятся на место искусственных взысканий, устраняя их произвольный, часто неадекватный и несправедливый характер. Естественное течение событий, не прерываемое взрослыми, должно привести к тому, что каждое преступление и каждый добродетельный поступок увенчаются теми последствиями, к которым они и должны привести. Говоря о недостатках этой системы, П. Ф. Каптерев обращал внимание на то, что: «1) следствия поступков могут во многих случаях быть несоразмерными с самими действиями; ... 2) неблагоприятные следствия многих действий обнаруживаются не сейчас, а спустя долгое время; ... 3) положение родителей и педагогов по этой системе неестественно: они лишаются деятельного вмешательства в ход воспитания, они могут только предупреждать воспитываемого относительно последствий его поступков, затем должны оставаться лишь зрителями развёртывающихся на их глазах событий» [3, с. 619].

Четвёртый способ обеспечения дисциплины, сторонником которого был сам П. Ф. Каптерев, состоит в следующем: «Нарушитель дисциплины исключает себя из школьного общества, он не хочет более признавать правил его общности, берёт назад своё согласие на установленный порядок жизни. Он должен искать другой, более подходящий ему тип школы или воспитываться в семье. А так как нарушение дисциплины детьми в большинстве случаев бывает не принципиальным, а случайным, по легкомыслию, раздражительности, необдуманности и т. п., то каждый случай нарушения дисциплины должен быть обсуждён товарищами и на виновного может быть налагаемо временное отлучение от общества товарищей. Других взысканий не должно быть, потому что для них нет достаточно твёрдых педагогических оснований... Отлучение от общества товарищей не есть признание данного поступка дурным, а личности – злокачественной, отлучение от общества не есть осуждение личности и её деяний; отлучение выражает только признание несогласия известного деяния с установленным порядком в школе. Деяние само по себе может быть и хорошим, но оно не подходит, не согласуется с установленным порядком – и только» [3, с. 619–620].

А. С. Макаренко, выдающийся советский педагог, отмечал, что дисциплинированным человеком в обществе можно назвать только человека, который при любых условиях сможет выбрать правильный способ поведения, который будет полезен для общества, и сможет найти в себе твёрдость и уверенность продолжать такое поведение при любых жизненных ситуациях, несмотря на трудности и неприятности.

Он выделял следующие «элементы логики дисциплины», которые обязательно должны знать воспитанники:

- 1) дисциплина необходима коллективу для того, чтобы он лучше и быстрее достигал своих целей;
- 2) дисциплина нужна, чтобы каждый отдельный человек развивался, чтобы воспитывал в себе умение преодолевать препятствия и совершать трудные работы и подвиги, если к подвигам призовет жизнь;
- 3) в каждом коллективе дисциплина должна быть поставлена выше интересов отдельных членов коллектива;
- 4) дисциплина украшает коллектив и каждого отдельного члена коллектива;
- 5) дисциплина есть свобода, она ставит личность в более защищенное, свободное положение и создает полную уверенность в своём праве, путях и возможностях именно для каждой отдельной личности;
- 6) дисциплина проявляется не тогда, когда человек делает что-либо для себя приятное, а тогда, когда человеку приходится делать что-нибудь ответственное, требующее значительной отдачи. Здесь также важно осознание необходимости и полезности этого дела для всего коллектива, для всего общества и государства [4, с. 283, 284].

К. Роджерс в понятии дисциплины выделял три типа – учительский, совместный и собственный: «Учительский тип дисциплины всем хорошо известен. И знание, и дисциплина исходят от учителя; учащийся слушает и слушается учителя. Всякая конфликтность проистекает из сопротивления учащегося требованиям учителя, что негативно характеризует учащегося. Совместный тип дисциплины – это средняя, промежуточная точка между внешним образованием и самообразованием. Учителя и учащиеся работают совместно, так что во внимание принимается уровень комфортности для всех в классе, а учитель перестаёт быть источником всего знания и всей дисциплины... При собственном типе дисциплины учитель и учащиеся взаимодействуют в совершенно иной плоскости. Учащиеся осуществляют свои собственные исследовательские проекты, выполняют личные учебные контракты, организуют своё собственное время и сообщают, чему они научились...» [5, с. 345].

Таким образом, из вышеизложенного мы делаем вывод, что дисциплина в процессе обучения предстаёт в качестве образовательной цели, для достижения которой применяются разные педагогические подходы, способы и средства. Важно, чтобы дисциплинированность, которая содержательно может определяться по-разному, достигалась как цель педагогической деятельности. Вместе с тем дисциплина в педагогической деятельности может рассматриваться и как условие

эффективного воспитания и обучения, которое позволяет ставить и успешно решать разноуровневые образовательные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хрестоматия по истории зарубежной педагогики : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / сост. и авт. вступительных статей А. И. Пискунов. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1981. – 528 с.
2. Щур, С. Н. Психолого-педагогические подходы к пониманию сущности дисциплины: исторический аспект и современное состояние / С. Н. Щур // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. – Мазыр, 2019. – № 2 (54). – 170 с.
3. Каптерев, П. Ф. Дидактические очерки. Теория образования / П. Ф. Каптерев // Избр. пед. соч. – М. : Педагогика, 1982. – 704 с.
4. Макаренко, А. С. Проблемы школьного советского воспитания / А. С. Макаренко // Избр. пед. соч. : в 2 т. – М. : Педагогика, 1978. – Т. 1. – 397 с.
5. Роджерс, К. Свобода учиться / К. Роджерс, Д. Фрейберг ; науч. ред. А. Б. Орлов ; [пер. с англ. Орлова С. С. и др.]. – М. : Смысл, 2002. – 527 с.

**Н. П. ЮРКЕВИЧ¹, Г. К. САВЧУК¹, А. П. АХМЕДОВ², Р. М. МИРСААТОВ²,
С. Б. ХУДОЙБЕРГАНОВ²**

¹УО БНТУ (г. Минск, Беларусь)

²УО ТИПСЭАД (г. Ташкент, Узбекистан)

ИЗУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

В настоящее время предъявляются высокие требования к качеству, надежности и долговечности материалов, используемых при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

На физические свойства материалов существенное влияние оказывают их макро- и микроструктура, а также внутреннее строение веществ, составляющих материал. Поэтому при подготовке специалистов инженерно-технического профиля необходимо обеспечить студентам возможность изучения современных методов исследования особенностей кристаллических структур, которые, в конечном счете, определяют физические [1, 2], механические и эксплуатационные свойства материалов [3, 4].

Целью данной работы является разработка методического и лабораторного обеспечения для изучения особенностей кристаллических структур твердых тел в лабораторном физическом практикуме.

Одним из методов [4, 5], используя который можно получить информацию о местоположении атомов в кристаллической решетке, наличии и видах дефектов, величине межплоскостных расстояний, длинах межатомных связей, является метод электронной микроскопии (МЭМ). В МЭМ в качестве объекта исследования используются либо фольга, либо тонкие срезы или частицы исследуемого объекта такого размера, чтобы через них мог проходить электронный пучок. При прохождении электронного пучка через изучаемый объект на экране микроскопа формируется изображение картины микродифракции исследуемого вещества (рисунок 1). В случае идеальной кристаллической решетки картина микродифракции строго точечная, а при наличии дефектов рефлексы размыты и наблюдается их раздвоение (рисунок 1, 2).

Целью анализа студентами картины микродифракции является получение информации о структуре вещества с заранее известным химическим составом.

Перед изучением структуры по картинам микродифракции студенты знакомятся со схемой устройства и принципом работы современного электронного микроскопа, механизмом получения электронного пучка и его взаимодействием с веществом в зависимости от величины энергии составляющих его электронов, приобретают навыки определения положения кристаллических плоскостей в пространстве по индексам Миллера. Для описания отражений плоскостями кристалла электронного пучка используется понятие обратной кристаллической решетки, которое вызывает трудности при восприятии студентами. Поэтому в теоретической части методического обеспечения подробно описывается данное понятие, где показывается, что расположение рефлексов электронов на картинах микродифракции представляет собой проекцию обратной решетки на плоскость экрана компьютера. Каждый рефлекс – это узел обратной решетки. Определив индексы Миллера рефлексов, можно однозначно указать положение в пространстве реальных плоскостей кристалла.

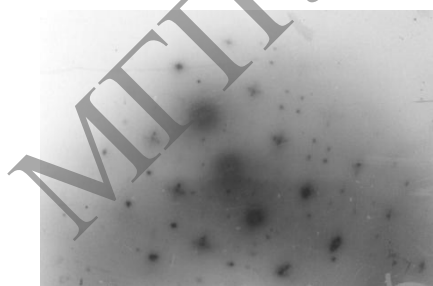


Рисунок 1. – Картина микродифракции электронов на кристаллической решетке

Студентам предлагается исследовать образцы из никеля и меди с гранцентрированной кубической решеткой, картины микродифракции для которых показаны на рисунке 1, 2. После изучения теоретической части студенты выполняют анализ картин микродифракции по следующему алгоритму.

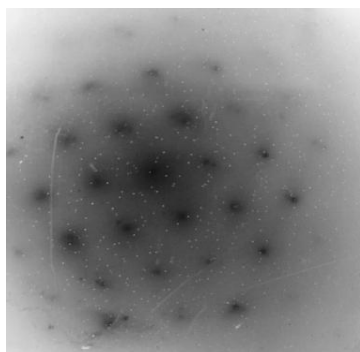


Рисунок 2. – Картина микродифракции электронов на кристаллической решетке меди

Переносят картину микродифракции на кальку, соединяя изображения рефлексов линиями. Затем определяют тип структуры данного вещества и сравнивают изображение картины микродифракции с эталонными схемами для данного типа решетки, которые им предоставляются при выполнении работы. На изображении картины микродифракции выделяют центральный рефлекс и в соответствии с эталонной схемой расставляют индексы Миллера. Рассчитывают по картине микродифракции отношение межплоскостных расстояний и сравнивают с обратным отношением межплоскостных расстояний с соответствующими индексами Миллера для данного типа материала. Делают выводы о присутствии в исследуемом образце отражающих плоскостей, а также о наличии дефектов в структуре кристаллической решетки.

Определив индексы Миллера, студенты вычисляют межплоскостные расстояния d_{hkl} и углы φ между плоскостями, которые в кубической решетке связаны с индексами Миллера соотношениями

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}},$$

$$\cos\varphi = \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{(h_1^2 + k_1^2 + l_1^2)(h_2^2 + k_2^2 + l_2^2)}},$$

где a – длина ребра кубической элементарной ячейки; h, k, l – индексы Миллера кристаллографической плоскости.

Таким образом, процесс изучения кристаллической структуры твердых тел для студентов инженерно-технических специальностей носит комплексный характер. В процесс получения знаний о структуре вещества включены элементы научного исследования, что позволяет студентам не только приобрести теоретические знания, но и более глубоко познать природу вещества, а также процессы, происходящие при взаимодействии пучка электронов с кристаллической решеткой материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савчук, Г. К. Обучение студентов инженерно-строительного профиля основам рентгеновской дифрактометрии с использованием компьютерной структурной кристаллографии / Г. К. Савчук, Н. П. Юркевич // Физическое образование в вузах. – 2005. – Т. 11, № 2. – С. 56–65.
2. Юркевич, Н. П. Исследование упругих свойств древесины при выполнении лабораторного физического практикума в курсе общей физики / Н. П. Юркевич, Г. К. Савчук // Физическое образование в вузах. – 2016. – Т. 22, № 4. – С. 96–101.
3. Юркевич, Н. П. Близкий порядок и структурные перестройки в расплавах системы Al-Si / Н. П. Юркевич // Неорганические материалы. – 2002. – Т. 38, № 2. – С. 243–246.
4. Юркевич, Н. П. Исследование высокотемпературных свойств расплавов системы Al-Si методом γ -проникающего излучения / Н. П. Юркевич // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2002. – № 4. – С. 3–5.
5. Sauchuk, G. K., Yurkevich N. P. The teaching of students of the construction engineering specializations using the modern computational structural crystallography / G. K. Sauchuk, N. P. Yurkevich // Scientific Light. – 2018. – Vol 1, № 19. – P. 15–20.

В. И. ЯШКИН,¹ А. В. МАРКОВ²

¹БГУ (г. Минск, Беларусь)

²УО БГЭУ (г. Минск, Беларусь)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВВОДНОЙ ЛЕКЦИИ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВУЗОВ

Лекция занимает особое место в учебном процессе: она играет в нем основополагающую роль, направляет его, определяет его содержание и уровень. Развитие инновационных образовательных технологий дает возможность сочетать различные методические подходы и создавать наиболее

благоприятные условия для повышения эффективности учебной деятельности студентов. Базируясь на многолетнем опыте авторов преподавания математики, в работе рассматриваются содержательные и методические вопросы проведения вводной (первой) лекции для студентов экономических специальностей.

1. Лекция, особенно первая, должна привлечь студентов к изучению математики. Мотивация для такого интереса: 1) лекция не сводится к дословному пересказу электронной версии лекции или учебника, а содержит важные разъяснения трудных понятий, новые факты; 2) внимательно поработав на лекции, легче сдать экзамен; 3) нобелевские лауреаты в области экономики хорошо владели математическими методами (были математиками). На лекции будущих экономистов не стоит устрашать сложностью предстоящего изучения материала, напротив, студентов следует успокоить и ободрить.

2. Формулируется тема и учебная задача лекции.

Тема: Матрицы

Учебная задача: определение понятия матрицы, действия над матрицами, вычисление миноров матрицы и определителей матрицы, нахождение обратной матрицы, применение элементов линейной алгебры в экономических исследованиях.

Затем предлагается список рекомендуемой литературы. Указываются адреса сетевого доступа к ресурсу, содержащему компоненты лекционного материала.

Далее ставится типичная задача экономического содержания.

Задача 1. Рассчитать стоимостной межотраслевой баланс, если заданы: матрица коэффициентов прямых затрат $A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,1 \\ 0,1 & 0,4 & 0,2 \end{pmatrix}$ и $Y = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \\ 12 \end{pmatrix}$ – матрица-столбец конечного продукта (в усл. ед.).

Используя исходные данные A и Y , представить матричное балансовое равенство в виде системы линейных алгебраических уравнений (уравнения Леонтьева) и определить валовые объемы производства x_1, x_2, x_3 отраслей, соответственно. Задачи такого класса решаются с помощью матричной алгебры.

3. Матричная алгебра относится к числу наиболее важных для экономистов областей математики, изучающей алгебраические операции над числовыми массивами, записанными в форме строк и столбцов. Объясняется это тем, что широко применяемые в настоящее время в научных исследованиях и практической экономике математические модели, отражающие взаимосвязи экономических структур, динамику их развития, многообразие действующих факторов, записываются в матричной форме. Это, в свою очередь, позволяет использовать в экономических исследованиях и расчетах современные методы матричной алгебры. Чтобы интерпретировать математически закономерности реальных явлений в экономике, формируют соответствующие им математические модели относительно одной или нескольких переменных. Ни одна модель не может полностью отражать все многообразие реальных процессов и является лишь некоторым его приближением. Широкое распространение в экономических исследованиях получили линейные модели. Они применяются в основном на первых этапах исследования, но часто с достаточно высокой точностью дают решения для описываемых ими явлений. Многие линейные модели сводятся к системам алгебраических линейных уравнений или неравенств.

4. Дается определение матрицы, приводятся основные типы матриц и операции над ними. Вводится понятие определителя матрицы, формулируются основные его свойства и действия над ним. Вводится понятие минора и алгебраического дополнения. Далее рассматривается понятие обратной матрицы, формулируются основные ее свойства и действия над ней.

5. Решение задачи 1, сформулированной в начале лекции.

Решение. Для расчета стоимостного межотраслевого баланса применяется экономико-математическая модель, имеющая вид $AX + Y = X$, где $X = (x_1 \ x_2 \ x_3)^T$ – матрица-столбец (экономисты часто называют «вектор-столбец») валовых объемов производства отраслей.

Преобразуем матричное уравнение: $X - AX = Y \Leftrightarrow (E - A)X = Y$,

где E – единичная матрица. Вычислим матрицу $E - A$:

$$E - A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,1 \\ 0,1 & 0,4 & 0,2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,7 & -0,5 & -0,4 \\ -0,2 & 0,8 & -0,1 \\ -0,1 & -0,4 & 0,8 \end{pmatrix}.$$

Запишем уравнение межотраслевого баланса в матричном виде

$$\begin{pmatrix} 0,7 & -0,5 & -0,4 \\ -0,2 & 0,8 & -0,1 \\ -0,1 & -0,4 & 0,8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \\ 12 \end{pmatrix}.$$

В результате приходим к системе линейных алгебраических уравнений

$$\begin{cases} 7x_1 - 5x_2 - 4x_3 = 60 \\ -2x_1 + 8x_2 - x_3 = 50 \\ -x_1 - 4x_2 + 8x_3 = 120 \end{cases}.$$

Данную систему можно решить тремя способами:

- 1) с использованием обратной матрицы;
- 2) по правилу Крамера;
- 3) методом Гаусса.

В результате находим вектор объемов валовых продукций отраслей $X = (40 \ 20 \ 30)^T$.

Ответ: $X = (40 \ 20 \ 30)^T$

6. При подведении итогов лекции следует отметить, что методы и понятия матричной алгебры (линейной алгебры) широко и давно применяются в экономических исследованиях, при решении важных проектов: моделей микроэкономики, моделей отраслей, моделей развития хозяйства целого государства, глобальных моделей биосферы и др. В заключение лекции рекомендовать студентам проработать рассмотренный материал для плодотворной работы на практических занятиях и следующей лекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановская, С. Н. Высшая математика : практикум для студентов нематематических специальностей / С. Н. Барановская, В. И. Яшкин. – Минск : БГУ, 2005. – 100 с.

Секция 4



Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики

Ж. М. АБДУЛЛАЕВ

НавГПИ (г. Навои, Узбекистан)

МЕТОД ВЫБОРА ТИПОВ И РАЦИОНАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ОПРЕСНИТЕЛЕЙ

В практике солнечного опреснителя важно знание основных параметров солнечной опреснительной установки: размеров испарительной камеры, в том числе ее длины и ширины, размеров аккумулируемой части, высоты заливаемой воды, теплотехнических параметров материалов, используемых для опреснителей [1–3]. Все это оказывает значительное влияние на производительность установки. В открытой публикации встречается мало научных работ, посвященных определению типов и размеров аккумуляторов солнечной энергии.

В данной статье рассматриваются методы выбора типа и расчета рациональных геометрических размеров аккумуляторов энергии, изготовленных из капиллярно-пористого материала (гипса) для солнечных опреснителей с двухскатным произвольным треугольником.

В качестве примера рассмотрим солнечный опреснитель с двухскатным произвольным треугольником (рисунок 1).

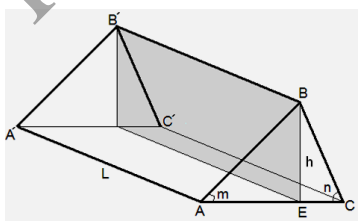


Рисунок 1. – Солнечный опреснитель с двухскатным произвольным треугольником

Площадь поверхности ограждения $F_{огр}$ данной установки выражается следующей суммой площадей:

$$F_{огр} = F_{проз} + F_{бок} + F_{з.стенок} + F_{пол}, \quad (1)$$

где $F_{проз}$ – площадь прозрачной поверхности ($F_{ABA'B'}$); $F_{бок}$ – площадь поверхности боковых стенок ($F_{ABC, A'B'C'}$); $F_{з.стенок}$ – площадь поверхности задней стенки установки ($F_{BCB'C'}$); $F_{пол}$ – площадь поверхности пола установки ($F_{BCB'C'}$), где размещена минерализованная вода.

Расчеты показывают, что для принятой солнечной опреснительной установки с двухскатным произвольным треугольником и оптимальными размерами площадей поверхности элементов по отношению к площади ограждения установки имеются следующие соотношения:

$$F_{\text{проз}} = 0,3 \cdot F_{\text{озр}}; F_{\text{бок}} = 0,070 \cdot F_{\text{озр}}; F_{\text{з.стен}} = 0,26 \cdot F_{\text{озр}}; F_{\text{пол}} = 0,37 \cdot F_{\text{озр}}. \quad (2)$$

Опыты показывают, что уравнение (2) сочетается с уравнением, выражающим потери энергии через прозрачную $Q_{\text{проз}}$, боковые $Q_{\text{бок}}$ и заднюю стенки $Q_{\text{з.стен}}$. Для аккумулированной энергии на площадь поверхности пола установки $Q_{\text{пол}}$:

$$Q_{\text{пр}} = 0,3Q_{\text{вх}}; Q_{\text{бок}} = 0,070 \cdot Q_{\text{вх}}; Q_{\text{з.стен}} = 0,26 \cdot Q_{\text{вх}}; Q_{\text{пол}} = 0,37 \cdot Q_{\text{вх}}. \quad (3)$$

Результаты расчета по формуле (3) вполне соответствуют результатам, полученным экспериментально с солнечным опреснителем с двухскатным произвольным треугольником.

В таблице 1 представлены результаты опытных данных распределения энергии по площадям элементов ограждения солнечной опреснительной установки. Эксперименты проводились в течение 2008 г.

Отметим, что в солнечном опреснителе 36÷37% входной доли энергии расходуется на испарение минерализованной воды. Только за счет увеличения этого показателя, т.е. увеличения площади поверхности испарения минерализованной воды $F_{\text{пол}}$, можно повышать производительность установки.

На основе экспериментально полученных данных коэффициент полезного использования энергии для испарения минерализованной воды $k = 0,36 - 0,37$. Коэффициент полезного действия данной солнечной опреснительной установки по отношению к входящей солнечной энергии в камеру составляет $K = 0,12 - 0,35$. Производительность опреснительной установки в течение девяти месяцев (март-ноябрь) составляет $751 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}$ (таблица 1).

Таблица 1. – Распределение энергии по площадям элементов солнечной опреснительной установки с двухскатным произвольным треугольником.

Месяц	$\frac{Q_{\text{под}}}{\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{мес}}}$	$\frac{Q_{\text{вх}}}{\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{мес}}}$	$\frac{Q_{\text{пр}}}{\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{мес}}}$	$\frac{Q_{\text{бок}}}{\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{мес}}}$	$\frac{Q_{\text{з.стен}}}{\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{мес}}}$	$\frac{Q_{\text{пол}}}{\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{мес}}}$	Производительность опреснителя $\frac{\text{л}}{\text{м}^3}$ в месяц
Опреснитель с аккумулятором энергии							
III	92255	73804	221412	5166,3	7380,4	39116,1	42,9
IV	117922	94337	28301,4	6603,6	9433,8	49999,1	84,37
V	158475	126780	38034	8874,6	12617	67193,4	130,78
VI	191518	153214	55964,2	10725	153211	81203,4	159,77
VII	190902	152722	45816,6	10690,5	15272	80942,7	152,36
VIII	188120	150496	45148,8	10534,7	15049	79762,9	153,53
IX	146656	117325	35197,5	8212,75	11733	62182,3	116,94
X	87217	69774	20932,2	4884,18	6977,4	36980,2	91,52
XI	64966	51973	15591,9	3638,11	5197,3	27545,7	43,81
Опреснитель без аккумуляторной энергии							
III	92255	73804	221412	5166,3	19189,0	27307,5	33,0
IV	117922	94337	28301,4	6603,6	24527,9	34905,1	64,9
V	158475	126780	38034	8874,6	32962,8	46908,6	100,6
VI	191518	153214	55964,2	10725	39835,6	56689,2	122,9
VII	190902	152722	45816,6	10690,5	39707,7	56507,2	117,2
VIII	188120	150496	45148,8	10534,7	39128,9	55683,5	118,1
IX	146656	117325	35197,5	8212,75	30504,5	543410	89,95
X	87217	69774	20932,2	4884,18	18141,3	25816,4	70,4
XI	64966	51973	15591,9	3638,11	13513,0	19230,0	33,7

Многолетние опыты, проведенные с солнечными опреснителями, показывают, что для повышения солнечной радиации, особенно с мая по сентябрь, в опреснителях наблюдаются случаи, когда испаряемые водяные пары не успевают конденсироваться на внутренней прозрачной поверхности камеры и стекать в назначенный резервуар, за счет чего понижается производительность установки.

Для устранения этого негативного явления нами рекомендуется использовать в солнечных опреснителях аккумуляторы энергии, которые изготовлены из капиллярно-пористых материалов.

Для повышения производительности солнечных опреснителей необходимо увеличить площадь поверхности пола (дна) опреснителя путем увеличения площади испарения. Решение такой задачи выполняется с установлением капиллярно-пористого аккумулятора энергии напротив задней стенки как дополнительного элемента. Так как аккумулятор такого типа имеет капилляры-поры, то они адсорбируют водяные молекулы со дна установки по всему объему. При падении солнечной энергии на переднюю часть поверхности аккумулятора молекулы воды, находящиеся в капиллярах-порах, испаряются с задней части поверхности аккумулятора. Таким образом, площадь поверхности задней стенки аккумулятора становится дополнительной площадью для испарения воды. В отсутствие энергии аккумулятора, солнечная радиация падает на заднюю площадь поверхности опреснителя, а использование аккумулятора энергии уменьшает потери солнечной энергии через заднюю стенку данного опреснителя.

В случае использования аккумулятора энергии в предлагаемой опреснительной установке площадь поверхности ограждения сохраняется, но площадь поверхности испарения минерализованной воды увеличивается. Энергия, получаемая материалом пола и аккумулятором энергии (рисунок 1), увеличивается, $Q_{пол} = 0,53 \cdot Q_{ex}$.

Для предлагаемого опреснителя выбираем аккумулятор энергии в виде призмы с размерами $F_{ак} = hl = 2,5 \cdot 1,0 = 2,5 \text{ м}^2$, $m = 45^\circ$ и $n = 52^\circ$ (рисунок 1).

Если плотность материала аккумулятора энергии смоченного водой $\rho_o = 1371 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и удельная теплоемкость капиллярно-пористого материала смоченного водой $c_o = \frac{c_M + 0,3c_{вода}}{1,3} = (1,62 - 1,68) \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$,
 $c_M = 0,84 - 0,92 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$ – удельная теплоемкость сухого капиллярно-пористого материала,
 $c_{вода} = 4,182 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$ – удельная теплоемкость воды, тогда размеры (толщина параллелепипеда) аккумулятора энергии определяется выражением:

$$d = \frac{0,16Q_{ex}}{\rho_o F_{ак} (1,3c_o \Delta t + 0,3\lambda)}, \quad (4)$$

где Δt – разность температуры, $30 - 50^\circ \text{C}(\text{K})$; λ – удельная теплота испарения воды, $2256 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$. При таких исходных данных толщина аккумулятора энергии, изготовленного из гипса составила $0,03 - 0,05 \text{ м}$.

Видно, что размеры аккумуляторов энергии зависят от количества входящей солнечной энергии и размеров самой опреснительной установки.

Результаты данных, полученных из опыта, представлены в таблице 1. Коэффициент полезного использования энергии для испарения минерализованной воды $k = 0,52 - 0,53$. Коэффициент полезного действия данной солнечной опреснительной установки по отношению к входящей в камеру солнечной энергии за месяц составил $K = 0,17 - 0,5$. Путем экспериментальных исследований солнечной опреснительной установки с аккумулятором энергии установлено, что производительность дистилляционной воды на $20 - 23\%$ больше прототипа, т. е. на $979,8 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}$ в течение девяти месяцев (март-ноябрь).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ачилов, Б. М. Солнечные опреснители и холодильники / Б. М. Ачилов, Т. Д. Жураев, О. Х. Шадыев. – Ташкент : Фан, 1976. – 104 с.
2. Ачилов, Б. М. Опреснение воды и получение холода с помощью солнечной энергии / Б. М. Ачилов, Г. Н. Бобровников. – Ташкент: Фан, 1983. – 120 с.
3. Апельнин, И. Э. Опреснение воды / И. Э. Апельнин, В. А. Клячков. – М. : Наука, 1968 – 180 с.

ВЛИЯНИЕ ОБРАТНОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА, ФОТОУПРУГОСТИ И ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ДИФРАКЦИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПРОПУСКАЮЩИХ ГОЛОГРАММ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$

В статье [1] было впервые показано, что учет обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости приводит в кубических оптически активных кристаллах не к малым поправкам в теоретических результатах, полученных при учете только электрооптического эффекта, и кардинально (качественно) изменяет описание дифракции в кристалле. Однако анализ закономерностей влияния удельного вращения на дифракционную эффективность смешанных пропускающих голограмм не проводился.

Целью настоящего исследования является анализ закономерностей влияния гиротропных и пьезоэлектрических свойств кубических фоторефрактивных кристаллов класса симметрии 23 среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ на зависимость дифракционной эффективности смешанных пропускающих голограмм сформированных в фоторефрактивном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (ВТО), от величины удельного вращения ρ и ориентационного угла θ .

Рассмотрим влияние электрооптического эффекта, обратного пьезоэлектрического эффекта, фотоупругости и оптической активности на дифракционную эффективность голограммы, записанной в кристалле ВТО толщиной 8 мм. При теоретических расчетах использованы следующие параметры кристалла ВТО: электрооптический коэффициент $r_{41} = 4.75$ пм/В; пьезоэлектрический коэффициент $e_{14} = 1.1$ Кл/м²; удельное вращение плоскости поляризации $\rho = 112$ рад/м; коэффициенты упругости $c_1 = 13.7 \cdot 10^{10}$ Н/м², $c_2 = 2.8 \cdot 10^{10}$ Н/м², $c_3 = 2.6 \cdot 10^{10}$ Н/м²; фотоупругие постоянные $p_1 = 0.173$, $p_2 = -0.001$, $p_3 = -0.002$, $p_4 = -0.005$; показатель преломления $n = 2.58$ [2].

Амплитуда напряженности электрического поля пространственного заряда E_{SC} выбиралась равной $9 \cdot 10^4$ В/м в соответствии с [2].

Дифракционная эффективность голограммы может быть вычислена по формуле (1)

$$\eta(d) = \frac{S_{\perp}^2(d) + S_{\parallel}^2(d)}{R_{\perp}^2(0) + R_{\parallel}^2(0)} \times 100\%, \quad (1)$$

где d – толщина кристалла; $R_{\perp}(0)$ и $R_{\parallel}(0)$ – проекции векторной амплитуды восстанавливающей голограмму волны R на направление, перпендикулярное к плоскости падения и лежащее в плоскости падения соответственно на входе в кристалл; $S_{\perp}(d)$ и $S_{\parallel}(d)$ – аналогичные проекции векторной амплитуды восстановленной волны S на выходе из кристалла толщины d .

Графики зависимости дифракционной эффективности η голограмм, записанных в кристаллических пластинках ВТО толщиной $d = 8$ мм от ориентационного угла θ и значения удельного вращения ρ кристалла представлены на рисунке 1. На рисунке 1 также показаны результаты влияния на дифракционную эффективность голограммы вкладов обратного пьезоэлектрического эффекта, фотоупругости и оптической активности кристалла.

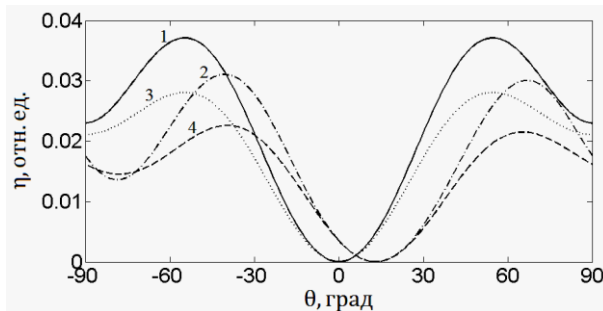


Рисунок 1. – Зависимости дифракционной эффективности η голограмм, сформированных в кристалле ВТО толщиной 8 мм от ориентационного угла θ и значения удельного вращения ρ кристалла: пунктирная (3), штриховая (4) линии – без учета обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости; сплошная (1), штрихпунктирная (2), линии – с учетом обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости; 1, 3 – $\rho = 0$; 2, 4 – $\rho = 112$ рад/м

На рисунке 1 пунктирной (3) и штриховой (4) линиями изображены зависимости дифракционной эффективности η голограмм, рассчитанные без учета обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости, а сплошная (1) и штрихпунктирная (2) линии построены с их учетом. Кривые 1, 3 построены при удельном вращении $\rho = 0$, кривые 2, 4 – при $\rho = 112$ рад/м.

Видно, что обратный пьезоэлектрический эффект, фотоупругость и оптическая активность существенно изменяют характер исследуемой зависимости. Игнорирование пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости может уменьшить рассчитанную дифракционную эффективность голограммы приблизительно в два раза. Также с увеличением значения удельного вращающего момента максимумы дифракционной эффективности смещаются вправо относительно значений ориентационного угла.

Таким образом, на примере образца кристалла ВТО среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ с фиксированной толщиной $d = 8$ мм показаны результаты теоретических исследований зависимости дифракционной эффективности η смешанных пропускающих голограмм, от ориентационного угла θ и значения удельного вращающего момента ρ кристалла. В теоретической модели учтены также линейный электрооптический, обратный пьезоэлектрический и фотоупругий эффекты.

Одновременное исследование влияния обратного пьезоэлектрического эффекта, фотоупругости и удельного вращающего момента кристалла может оказаться полезным и позволит оценить полученные из эксперимента данные для оптимизации выходных энергетических характеристик голограмм.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (задание 1.2.01 Государственной программы научных исследований «Фотоника, опто- и микроэлектроника»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандель, А. Е. Влияние пьезоэлектрического эффекта игиротропии на считывание голограмм в фоторефрактивных кристаллах / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич // Письма в ЖТФ. – 1988. – Т. 14, № 23. – С. 2147–2151.
2. Шепелевич, В. В. Оптимизация выходных характеристик смешанных голограмм в фоторефрактивном пьезокристалле ВТО среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ / В. В. Шепелевич, А. В. Макаревич, С. М. Шандаров // Проблемы физики, математики и техники. – 2014. – Т. 20, № 3. – С. 42–46.

Н. А. АХРАМЕНКО, А. П. ПАВЛЕНКО, Е. И. ДОЦЕНКО
УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

К ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Закон всемирного тяготения открыт И. Ньютоном на основе законов Кеплера и окончательно сформулирован в 1687 г. в его труде «Математические начала натуральной философии». Согласно этому закону любые два тела (материальные точки) притягиваются друг к другу с силами, пропорциональными произведению их масс и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними [1–6]:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (1)$$

где G – гравитационная постоянная, m_1 и m_2 – массы тел, r – расстояние между ними. Под любыми двумя телами здесь имеются в виду любые тела, линейные размеры которых много меньше расстояния между ними, т. е. материальные точки. Эта сила является силой притяжения, т. е. тела притягиваются по направлению друг к другу.

Для определения силы взаимодействия тел, не являющихся материальными точками, их нужно разбить на элементарные объемы с соответствующей элементарной массой, каждый из которых можно было бы принять за материальную точку. Затем нужно найти векторную сумму сил взаимодействия каждой элементарной массы первого тела с каждой элементарной массой второго тела. Практически суммирование сводится к интегрированию и является, вообще говоря, очень сложной математической задачей [1]. Ньютон теоретически доказал, что сила тяготения между двумя шарами конечных размеров со сферически симметричным распределением вещества выражается также формулой (1), где m_1 и m_2 – массы шаров, а r – расстояние между их центрами. Если же одно из тел является шаром большого радиуса, например Земля, а второе тело произвольной формы и имеет размер много меньше радиуса шара (материальная точка) и находится вне шара или на его поверхности, то их взаимодействие также описывается формулой (1), где r – расстояние от центра шара до материальной точки.

В большинстве учебной литературы формула (1) просто постулируется для взаимодействия двух шаров или же шара и материальной точки. Доказательств не приводится как для первого случая, так и для второго. В [2] рассмотрение этого вопроса начинается с определения потенциальной энергии взаимодействия сферы и материальной точки путем составления и вычисления соответствующего интеграла.

Между тем силу взаимодействия шара и материальной точки можно легко определить, если вернуться к рассмотрению этого вопроса после рассмотрения теоремы Гаусса в электростатике.

Следует отметить, что сила в законе всемирного тяготения, как и сила в законе Кулона, является примером центральной силы. Сходство между этими силами обнаруживается как в аналогии некоторых их физических свойств (силы консервативны, направлены по прямой, соединяющей точечные массы либо точечные заряды), так и в формулах, описывающих эти законы. Гравитационные силы обнаруживаются во время взаимодействия материальных объектов, обладающих массой, а в случае Кулоновских сил – зарядом. Подобно силе всемирного тяготения, в случае, если заряды нельзя считать точечными, то для определения силы взаимодействия между зарядами необходимо прибегнуть к разбиению их на очень большое количество элементов, каждый из которых можно рассматривать как точечный заряд. Общность подходов к решению задачи по определению силы взаимодействия между объектами, которые не являются материальными точками, и позволяет обратиться к рассмотрению вопроса о нахождении силы взаимодействия шара и материальной точки на основе использования теоремы Гаусса.

Если закону Кулона в электростатике

$$\vec{F} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{\vec{r}}{r},$$

поставить в соответствие закон всемирного тяготения

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}, \quad (2)$$

то величине $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ будет соответствовать $-G$, а величине $\frac{1}{\epsilon_0}$ будет соответствовать $-4\pi G$. Знак « \leftrightarrow »

в последней формуле говорит, что сила является силой притяжения. В формуле (2) поле создано точечной массой M , расположенной в начале координат, а сила действует на точечную массу m . Положение точечной массы m задается радиус-вектором \vec{r} .

Согласно теореме Гаусса для электрического поля можно записать

$$\oint_S \vec{E} d\vec{s} = \frac{Q}{\epsilon_0},$$

где \vec{E} – напряженность электрического поля, Q – заряд внутри поверхности S . Тогда для гравитационного поля получим

$$\oint_S \vec{g} d\vec{s} = -4\pi GM,$$

где \vec{g} – напряженность гравитационного поля, M – масса внутри поверхности S .

Для шара массой M со сферически симметричным распределением вещества гравитационное поле будет также сферически симметричным. Выбирая в качестве поверхности S сферу с центром, совпадающим с центром шара, получим

$$\oint_S \vec{g} d\vec{s} = g \oint_S ds = 4\pi r^2 g,$$

где $4\pi r^2$ – площадь поверхности сферы S .

Приравняв правые части последних двух выражений, получим

$$g = -G \frac{M}{r^2} \quad \text{или} \quad \vec{g} = -G \frac{M}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}.$$

Тогда сила, действующая на материальную точку массой m ,

$$\vec{F} = m\vec{g}$$

определяется выражением (2).

Таким образом, показана аналогия между взаимодействием заряженного шара с точечным зарядом и шара массой M с материальной точкой массой m . Этим же также показано взаимодействие шара и материальной точки, которое описывается формулами (1) и (2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. Т. 1 : Механика, молекулярная физика // И. В. Савельев. – М. : Наука, 1977. – 416 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. I: Механика / Д. В. Сивухин. – М., 1979. – 520 с.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 14-е изд., стер. – М. : Издат. центр «Академия», 2007. – 560 с.
4. Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М. : Высш. шк., 2000. – 718 с.
5. Физика : учебник для вузов / И. И. Наркевич и [др.]. – Минск : Новое знание, 2004. – 680 с.
6. Ташлыкова-Бушкевич, И. И. Физика. В 2-х ч. : учебник для вузов. Ч. 1 : Механика, Молекулярная физика и термодинамика. Электричество и магнетизм / И. И. Ташлыкова-Бушкевич. – 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйш. школа, 2014. – 303 с.

Л. В. БОКУТЬ¹, М. П. СОЛОВЕЙ²

¹БНТУ (г. Минск, Беларусь)

²БГАС (г. Минск, Беларусь)

РАЗРАБОТКА АРМ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕТОМ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

На сегодняшний день информационные технологии достигли высокого уровня развития. Большинство развивающихся предприятий и индивидуальных предпринимателей все чаще применяют автоматизированные средства, позволяющие эффективно обрабатывать, хранить и использовать накопленные данные.

Компьютерные информационные технологии не только облегчают учет, сокращая время, требующееся на оформление документов, но и позволяют обобщить накопленные данные для анализа хода деятельности предприятия. Увеличение скорости расчетов и оформления документов позволяет качественно улучшить саму схему построения документооборота [1].

Движение продукции на предприятии Общество с дополнительной ответственностью «ЭСТОС-М» (ОДО «ЭСТОС-М») состоит из двух стадий:

- поступление товаров на склад предприятия ОДО «ЭСТОС-М»;
- отгрузка товаров со склада предприятия ОДО «ЭСТОС-М» клиенту.

Исходя из современных требований, предъявляемых к качеству работы финансового звена предприятия, следует заметить, что эффективная работа его всецело зависит от уровня оснащения компании информационными средствами на базе компьютерных систем автоматизированного складского учета. В связи с этим актуальным является создание автоматизированной системы по учету товарно-материальных ценностей на предприятии.

Управление торговыми процессами в ОДО «ЭСТОС-М» основывается на информации, отражающей объем, структуру и динамику поступления, продажи и запасов товаров. Движение информации между ОДО «ЭСТОС-М» и внешней средой (поставщиками, покупателями) осуществляется в форме потоков информации. По отношению к оптовому предприятию различают входные, внутренние и выходные потоки информации. От рациональной организации потоков информации оптового предприятия, способов сбора, регистрации, передачи, хранения и обработки информации, ее состава и своевременного получения зависят оперативность и эффективность управления торговыми процессами [2].

Учет реализации товаров в оптовой торговле осуществляется по мере отгрузки товаров и предъявления покупателям расчетных документов.

Более детально процесс реализации продукции и функциональные задачи автоматизируемого объекта можно проследить на схеме (рисунок 1).

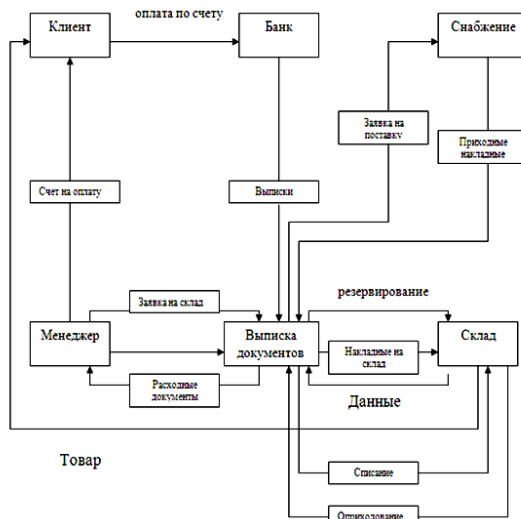


Рисунок 1. – Схема информационных потоков предприятия ОДО «ЭСТОС-М»

Автоматизированное рабочее место предназначено для решения автоматизирования повседневной работы бухгалтера, ведущего оперативный учет по приходу и расходу товарно-материальных ценностей.

Для проектирования и разработки автоматизированной системы по учету товарно-материальных ценностей на предприятии были использованы технологии: MySQL, PHP, JavaScript, HTML [3]. Гибкость СУБД MySQL обеспечивается поддержкой большого количества таблиц типа InnoDB. InnoDB предназначается для получения максимальной производительности при обработке больших объемов данных. По эффективности использования процессора этот тип намного превосходит другие модели реляционных баз данных. Формат данных InnoDB обеспечивает надежное хранение данных за счет транзакционности и блокировки данных на уровне строки.

База данных системы содержит информацию о сформированных заявках, а также справочную информацию. Так, в базе данных представлены следующие таблицы:

- таблицы с данными о пользователях системы user;
- таблицы справочной информации dir, podrazd;
- таблица с данными по заявкам на ремонт zajavki;
- таблица с пунктами меню menu.

Для удобства работы с приложением реализован удобный и понятный интерфейс. Пользователю дана возможность иметь представление о текущем состоянии склада и планируемых отгрузках. В зависимости от обязанностей работника проводится распределение прав доступа к информации.

Разработанная система по автоматизации рабочего места специалиста по учету товарно-материальных ценностей на предприятии ОДО «ЭСТОС-М» предоставляет возможность:

- значительно сократить время, необходимое для учета товарно-материальных ценностей на складах предприятия ОДО «ЭСТОС-М»;
- автоматизации контроля поставок и отгрузки товаров;
- длительного хранения информации о товародвижениях на предприятии ОДО «ЭСТОС-М», с помощью которой в дальнейшем можно производить необходимые аналитические расчеты эффективности деятельности предприятия;
- своевременного получения информации о сроках расчетов за осуществленные операции поставки и отгрузки.

Стало возможным снижение числа служащих, занятых в работе по учёту складских операций и реализации продукции. Значительно уменьшилось количество допускаемых ошибок при проведении стандартных операций оперативного учета.

Для повышения эффективности работы предложенной системы в дальнейшем планируется разработать маркетинговую информационную подсистему, которая войдет в интегрированную информационную систему. Появится возможность накапливать данные за длительный период времени, что позволит проводить эффективный аналитический анализ деятельности всего предприятия [2].

Белов, В. В. Проектирование информационных систем / В. В. Белов, В. И. Чистякова ; под ред. В. В. Белова. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2015. – 352 с.

2. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных : пер. с англ. / К. Дж. Дейт. – 8-е изд. – М : Вильямс, 2018. – 1328 с.

3. Программное обеспечение для автоматизации торговли [Электронный ресурс] // Folio-service.ru. – Режим доступа: <http://www.folio-service.ru/trade/index.html>. – Дата доступа: 19.03.2020.

Е. Н. ГАЛЕНКО¹, С. А. ШАРКО²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²ГО «НПЦ по материаловедению» (г. Минск, Беларусь)

ЗАРОЖДЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЁВ ЗОЛОТА НА ПОДЛОЖКАХ КРЕМНИЯ

Как известно, тонкие слои золота в единицы-десятки нанометров обладают высокой степенью оптической прозрачности [1]. С другой стороны, они, в отличие большинства металлов, не подвержены окислению на воздухе и в среде сильных окислителей. Это предопределяет их использование в различных областях микроэлектроники, оптоэлектроники и магнитофоники в качестве функциональных слоёв и защитных покрытий. В связи с этим актуальной является задача получения наноразмерных слоёв золота высокого качества, что подразумевает их высокую термическую стабильность, гладкость и сплошность при сохранении оптической прозрачности. С этой точки зрения весьма выгодным оказался метод ионно-лучевого напыления.

В этой работе показано, что применение данного метода с дополнительной операцией напыления и последующего распыления нанометрового слоя золота позволяет добиться высокого качества наноразмерных слоёв золота на кремниевых подложках.

Для напыления использовались подложки кремния, предварительно очищенные от посторонних поверхностных примесей в течение 120 с пучком ионов кислорода энергией менее 0,3 кэВ и плотностью тока пучка 0,1...0,15 мА/см².

Слои золота толщиной несколько десятков нанометров получались путем распыления мишени золота ионами кислорода с энергией 1,5...1,6 кэВ и плотностью тока ионов 0,1...0,25 мА/см² в вакууме не хуже 0,2 Па как с применением дополнительной операции напыления/распыления, так и без нее. Дополнительная операция производилась перед напылением основного слоя на подложку и состояла в напылении слоя золота толщиной 2...4 нм в течение 2...3 минут и последующем его распылении ионами кислорода с энергией менее 0,3 кэВ и плотностью тока 0,1...0,15 мА/см² до исчезновения металлической проводимости.

Измерения электрического сопротивления образцов, проведенные с помощью линейного четырёхзондового метода [2], показали, что удельное сопротивление уменьшается, как с увеличением толщины слоя (рисунок 1), так и при использовании дополнительной операции напыления/распыления (таблица 1).

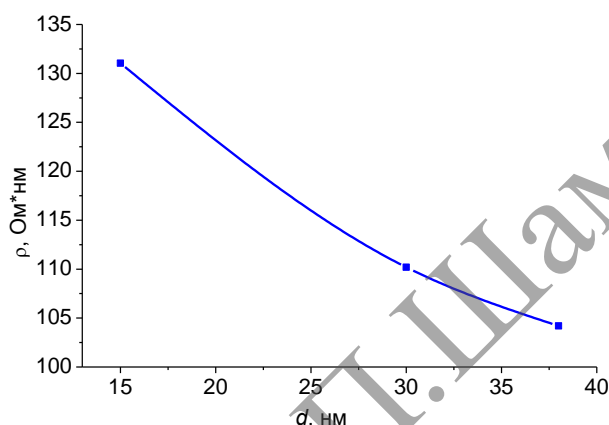


Рисунок 1. – Зависимость удельного сопротивления ρ от толщины d слоя золота

Таблица 1.– Значения толщины d , сопротивления ρ наноразмерных слоёв золота, а также среднеарифметической R_a и среднеквадратической R_z шероховатости их поверхности в зависимости от условий и времени напыления

Время напыления, с	Параметры слоёв золота	Режимы получения	
		Без дополнительного распыления	С дополнительным распылением
60	d , нм		7,54
	ρ , Ом·нм		110,54
	R_a / R_z		0,2 / 0,3
120	d , нм		15,08
	ρ , Ом·нм		131,04
	R_a / R_z		0,1 / 0,2
240	d , нм		30,152
	ρ , Ом·нм		110,2
	R_a / R_z		0,3 / 0,4
300	d , нм	34,42	37,69
	ρ , Ом·нм	128,73	104,02
	R_a / R_z	0,2 / 0,2	0,2 / 0,2

Результаты исследований поверхности образцов методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) с помощью сканирующего зондового микроскопа NanoEducator, показали, что включение дополнительной операции напыления наноразмерного слоя золота и его последующего распыления приводит к улучшению качества поверхности, о чем свидетельствует снижение шероховатости поверхности (таблица 1).

Для объяснения формирования качественного слоя металла на поверхности при использовании дополнительной операции напыления/распыления наноразмерного слоя золота следует учесть, что в указанных выше условиях ионного распыления на поверхность подложки падает поток распыленных атомов золота, в котором условно выделяют три группы частиц. Более 80 % наиболее медленных атомов золота в потоке имеют среднюю энергию примерно 2 эВ, менее 15 % – примерно 5 эВ и около 5 % атомов золота характеризуются энергией более 12 эВ. Эта последняя группа атомов способна внедряться в приповерхностный слой подложки на глубину до пяти постоянных кристаллической решетки, что сравнимо с толщиной естественно нарушенного слоя, и создавать там точечные дефекты. При количестве этих дефектов менее 10 % от поверхностной плотности материала подложки не происходит ухудшения исходного качества поверхности подложки и ее основных свойств. Внедренные атомы золота приводят к улучшению адгезии из-за формирования дополнительных физических связей внедренный атом золота – осажденный атомом золота. Повторное осаждение слоя золота в указанных выше условиях позволяет не менее чем в два раза увеличить число внедренных атомов золота, дополнительно усиливающих адгезионную связь.

Таким образом, метод ионно-лучевого напыления в сочетании с дополнительной операцией напыления /распыления позволяет получать оптически прозрачные проводящие слои золота толщиной единицы – десятки нанометров высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение методом ионно-лучевого распыления кислородом и оптические свойства ультратонких пленок золота / А. И. Стогний [и др.] // Журнал технической физики. Том 73. – 2003. – № 6. – С. 86–89.
2. Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления полупроводниковых материалов : учеб.-метод. пособие по спецпрактикуму “Физика полупроводниковых материалов и приборов” для студентов физического факультета ; под редакцией Н.А. Поклонского. – Минск : Белгосуниверситет; 1998. – 46 с.

Д. В. ГРИЦУК

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВАРИАНТОВ π -РАЗРЕШИМОЙ ГРУППЫ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ GAP

Все обозначения и используемые определения соответствуют принятым в [1]. Все рассматриваемые группы предполагаются конечными.

Одним из основных направлений теории групп является исследование инвариантов разрешимых и частично разрешимых групп (производной длины, нильпотентной длины и р-длины, производной π -длины), получение их новых оценок. Довольно часто в научных исследованиях данного направления возникают проблемы, которые можно решить, используя эффективные вычислительные методы различных компьютерных алгебраических систем. Среди имеющегося изобилия такого рода программы выделим компьютерную систему GAP (Groups, Algorithms and Programming) [2, 3], функционал которой как нельзя лучше подходит для изучения вопросов теории групп. GAP является свободно распространяемой системой с открытым кодом и постоянно расширяется.

Система GAP может быть полезной как при установлении точности полученных оценок, так и при получении новых оценок инвариантов частично разрешимых групп.

Установление точности получаемых оценок инвариантов разрешимых и частично разрешимых групп осуществляется путем нахождения примеров групп, свойства которых удовлетворяют условию теоремы. На практике такой процесс является трудной задачей. Одним из способов решения этой проблемы является использование возможностей системы компьютерной алгебры GAP. Данная система обладает крупнейшей библиотекой SmallGroups, которая содержит группы, порядок которых не превышает 2000 (за исключением 49 487 365 422 групп порядка 1024, точное количество которых также было определено с помощью системы GAP). Однако не всегда в рамках библиотеки SmallGroups можно найти необходимый пример. Данная проблемная ситуация решается за счет использования полупрямого произведения двух произвольных групп K и H с заданными свойствами. Основываясь на теореме Кэли, иногда для ускорения вычислений удобно группы K и H заменять изоморфными группами подстановок.

С использованием преимущества открытого кода системы был разработан целый ряд программ, отсутствующих в функционале системы GAP и дающий возможность построения примеров групп, имеющих высокие значения производной π -длины, порядок которых значительно превышает 2000. В частности, в системе компьютерной алгебры GAP были разработаны алгоритмы для определения того, является ли группа π -группой, является ли она π -разрешимой и др.

Заметим, что в 2006 году В. С. Монаховым [4] было введено понятие производной π -длины π -разрешимой группы, однако способа получения точного значения данного инварианта до сих пор не было. В системе компьютерной алгебры GAP разработана функция определения значения производной π -длины π -разрешимой группы.

Построенные алгоритмы в полном объеме совместимы со всей функциональностью системы GAP, что позволяет в дальнейшем использовать их для исследования подобного рода проблем.

Система компьютерной алгебры GAP также может быть полезной при получении новых оценок инвариантов π -разрешимых групп. Например, при исследовании инвариантов π -разрешимых групп с малыми порядками силовских подгрупп возникла необходимость в определении всех неприводимых подгрупп группы $GL(3,3)$ [5]. Данная задача была успешно решена путем вычислений в GAP. Было установлено, что неприводимые подгруппы группы $GL(3,3)$ исчерпываются подгруппами $Z_2 \times S_4$, Z_{13} , A_4 , S_4 , Z_{26} , $Z_2 \times A_4$, $Z_2 \times ([Z_{13}]Z_3)$, $[Z_{13}]Z_3$ (здесь Z_n – циклическая группа порядка n , запись $G = [A]B$ означает полупрямое произведение с нормальной подгруппой A). А это позволило получить важный для теории групп результат: если G – π -разрешимая группа такая, что порядок любой силовской p -подгруппы P ($p \in \pi$) свободен от n -ых степеней, то производная π -длина группы G не превышает $|\pi(G_\pi)|^{\frac{n+1}{2}}$ в случае $\{2,3\} \notin \pi$ и не превышает $|\pi(G_\pi)|^{\left(\frac{n}{2} + 1\right)}$ в случае $\{2,3\} \in \pi$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Huppert, B. Endliche Gruppen I / B. Huppert // Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1967.
2. The GAP Group, GAP – Groups, Algorithms and Programming, Version 4.4, 2016. – Mode of access: <http://gap-system.org>.
3. Грицук, Д. В. Компьютерная алгебра : курс лекций / Д. В. Грицук, А. А. Трофимук // Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2017. – 112 с.
4. Монахов, В. С. О разрешимых конечных группах с силовскими подгруппами малого ранга / В. С. Монахов // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2002. – Т. 46, № 2. – С. 25–28.
5. Грицук, Д. В. Оценки производной π -длины π -разрешимой группы, у которой π -холловы подгруппы свободны от n -ых степеней / Д. В. Грицук, А. А. Трофимук, Т. А. Артюшеня // Вестник Витебского государственного университета им. П. М. Машерова. – 2018. – № 1 (98). – С. 11–15.

М. А. ГУНДИНА, П. И. ШИРВЕЛЬ
БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ WOLFRAM MATHEMATICA ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ОКРЕСТНОСТИ ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНЫ

Рассмотрим процесс моделирования напряженно деформированного состояния в окрестности вершины трещины, которую содержит некоторая неограниченная плоскость, направление растяжения предполагается перпендикулярным прямолинейной трещине. В этом случае пластина находится под действием растягивающего напряжения σ , которое вызывается приложенными в бесконечности силами. Тогда единичным элементом пластины, расположенный на некотором расстоянии r от вершины трещины и составляющий с плоскостью трещины угол φ , находится под действием нормальных напряжений σ_x и σ_y , действующих в направлениях x и y , и касательного напряжения τ_{xy} [1, с. 23]. Задание в системе Wolfram Mathematica компонент тензора напряжений для случая нормального отрыва представлено на рисунке 1.

```

sigmax[sigma_, l_, r_, fi_] := sigma (l / (2 r))1/2 Cos[fi / 2] (1 - Sin[fi / 2] Sin[3 fi / 2]);
sigmay[sigma_, l_, r_, fi_] := sigma (l / (2 r))1/2 Cos[fi / 2] (1 + Sin[fi / 2] Sin[3 fi / 2]);
sigmaxy[sigma_, l_, r_, fi_] := sigma (l / (2 r))1/2 Sin[fi / 2] Cos[fi / 2] Cos[3 fi / 2];
sigmaz[sigma_, l_, r_, fi_, t_, nu_] :=
  If[t == "ПНС", 0, If[t == "ПД", nu (sigmax[sigma, l, r, fi] + sigmay[sigma, l, r, fi])]];

```

Рисунок 1. – Задание исходных компонентов тензора напряжений

Для создания анимированного объекта, который в дальнейшем может быть экспортирован в файлы с форматами swf, avi и др., используем функцию Manipulate (рисунок 2).

Manipulate[

[варьировать

Plot[{**sigmax**[sigma, l, r, fi], **sigmay**[sigma, l, r, fi], **sigmaxy**[sigma, l, r, fi],

[график функции

sigmaz[sigma, l, r, fi, t, nu]], {fi, 0, 2 Pi},

[число пи

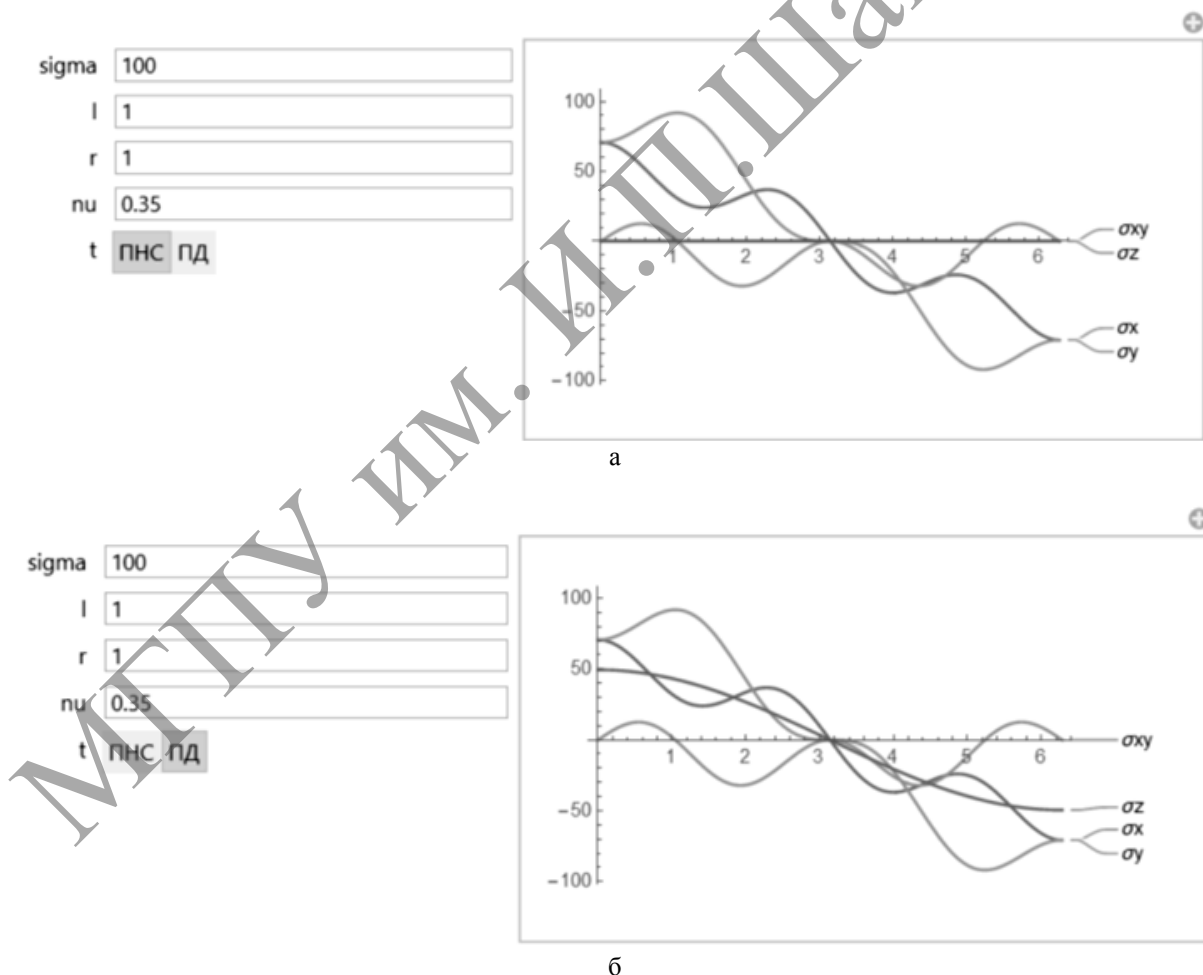
PlotLabels → {"σx", "σy", "σxy", "σz"}, {sigma, 100}, {l, 1}, {r, 1},

[пометки на графике

{nu, 0.35}, {t, {"ПНС", "ПД"}}]

Рисунок 2. – Построение манипулятора, позволяющего в автоматическом режиме задавать исходные параметры модели

Получаемая в результате вычисления команды Manipulate ячейка вывода представлена на рисунке 3. Такая ячейка является интерактивным объектом, содержащим элементы управления, которые используются для изменения значений исходной приложенной нагрузки и исходного линейного размера трещины.



- а) график компонентов тензора напряжений для случая плоского напряженного состояния;
- б) график компонентов тензора напряжений для условий плоской деформации

Рисунок 3. – Результат работы программы

Используемая функция поддерживает спектр альтернативных способов определения переменных, и позволяет создавать для них различные виды элементов управления. Эта возможность была использована для определения условий деформирования (переменная t).

Для создания общей картины привершинной области может быть использована функция ContourPlot, позволяющая построить контурный график распределения напряжений (рисунок 4).

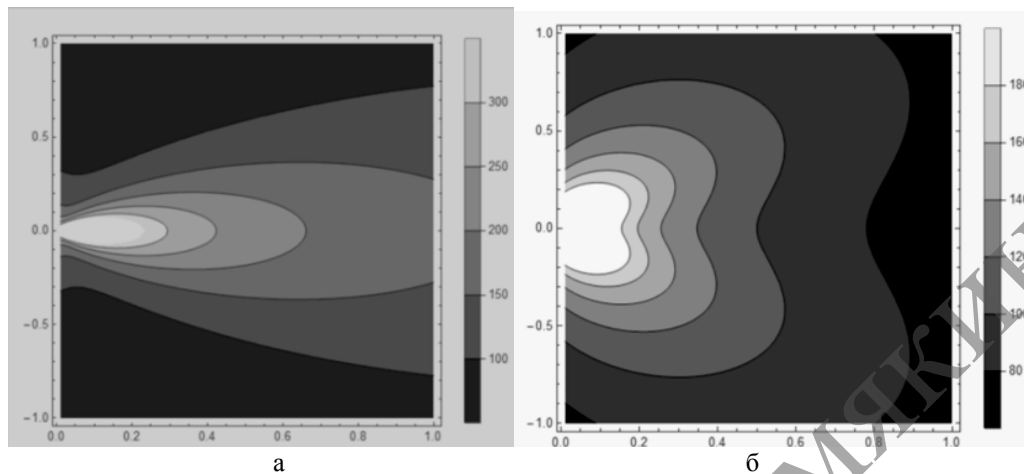


Рисунок 4. – Внешний вид манипулятора, представляющего распределение компоненты σ_x (а), σ_y (б) в окрестности одного из концов трещины

В металлах, в окрестности вершины трещины, имеется область, в которой возникают пластические деформации, называемая пластической зоной при вершине трещины. Манипуляторы, позволяющие отобразить границу этой зоны для различных входных параметров, представлены на рисунке 5.

$$\text{Manipulate} \left[\text{PolarPlot} \left[\frac{(\text{sigma Pi l})}{4 \text{Pi sigma} \text{m} \text{a} \text{y} \text{z}^2} (1 + 3/2 \text{Sin}[\text{fi}]^2 + \text{Cos}[\text{fi}]), \right. \right. \\ \left. \left. \{\text{fi}, 0, 2 \text{Pi}\}, \{\text{sigma}, 100\}, \{1, 1\}, \{\text{sigma} \text{m} \text{a} \text{y} \text{z}, 300\} \right] \right]$$

$$\text{Manipulate} \left[\text{PolarPlot} \left[\frac{(\text{sigma Pi l})}{4 \text{Pi sigma} \text{m} \text{a} \text{y} \text{z}^2} (3/2 \text{Sin}[\text{fi}]^2 + (1 - 2 \text{nu}^2) (1 + \text{Cos}[\text{fi}])), \right. \right. \\ \left. \left. \{\text{fi}, 0, 2 \text{Pi}\}, \{\text{sigma}, 300\}, \{\text{nu}, 0.23, 0.44\}, \{1, 1, 10\}, \{\text{sigma} \text{m} \text{a} \text{y} \text{z}, 300\} \right] \right]$$

Рисунок 5. – Внешний вид манипуляторов, представляющих распределения компонент σ_u и τ_{xy} в окрестности одного из концов трещины

Параметр sigma_m_a_y_z принимает значение предела текучести, nu – коэффициента Пуассона для материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева, Е. А. Основы механики разрушения / Е. А. Николаева. – Пермь : Изд-во Пермского гос. техн. университета, 2010. – 552 с.
2. Mathematica. Виртуальный учебник [Электронный ресурс] / Wolfram Research, Inc. – Киев, 2018. – Режим доступа: <http://www.download.wolfram.com/>. – Дата доступа: 02.01.2020.

В. О. ГУШЛЯК, А. А. ГОЛУБ
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

В современном мире мобильные устройства играют важную роль. Сегодня практически у каждого человека есть мобильный телефон с доступом в сеть Internet, который очень сильно упрощает нашу жизнь: с его помощью можно не только общаться друг с другом, но и читать книги, редактировать текстовые документы, взаимодействовать с платежными системами и многое другое. Для реализации этих функций в современных смартфонах используется специализированное программное обеспечение.

Одним из востребованных приложений среди студентов, на наш взгляд, будет программа, позволяющая просматривать расписание занятий. Классический вариант расписания занятий в «бумажном» виде не всегда удобен по сравнению с электронным, так как доступ к нему ограничен и имеет сложности при внесении изменений. В то же время смартфон у студентов практически всегда с собой.

Так как уже существующие варианты приложений для работы с расписанием в GooglePlay не учитывают особенности расписания занятий в УО МГПУ им. И. П. Шамякина, было принято решение разработать собственную программу для операционной системы Android со следующим функционалом: студенты и преподаватели могут в любой момент узнать актуальное расписание занятий, используя подключение к сети Internet, доверенное лицо учебного заведения может выполнять редактирование и вносить изменения, приложение должно иметь интуитивно понятный и удобный интерфейс. Дополнительно в приложении должен быть раздел для размещения информации и заданий для самостоятельной подготовки каждой учебной группы отдельно.

Для удобства планирования учебной деятельности было принято решение на экране приложения отображать расписание занятий на всю неделю. Все занятия отображаются в виде многоуровневого списка (1-й уровень – день недели, 2-й – занятия). Кроме названия занятий, отображается его вид (лекционное, лабораторное и т. д.) и имя преподавателя. Отдельная вкладка содержит более подробные сведения. Дополнительно приложение должно учитывать отображение типа недели (четная или нечетная) и содержать расписание звонков.

Реализация приложения осуществлялась с использованием системы Android Studio [1–2], а элементы дизайна интерфейса разрабатывались с учетом [3]. Выбор системы разработки приложений Android Studio обусловлен тем, что она представляет удобный, бесплатный, официальный инструмент на написания и тестирования Android-приложений.

Интерфейс созданного приложения представлен на рисунке 1.

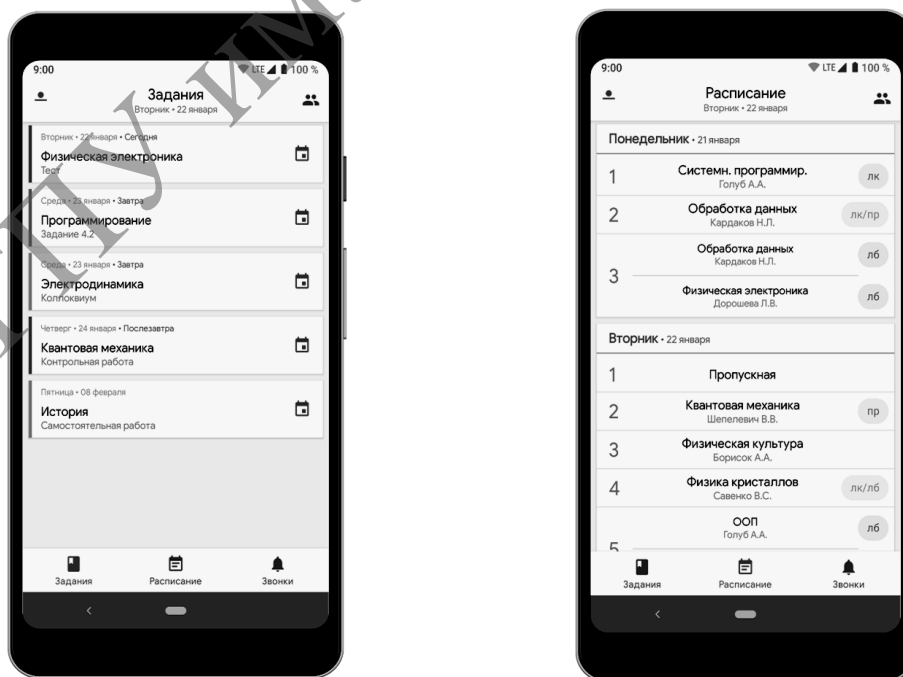


Рисунок 1. – Интерфейс приложения «Расписание занятий»

Для того чтобы студенту или преподавателю начать использовать приложение, необходимо только выбрать учебную группу из предложенных, далее приложение автоматически загрузит необходимое расписание и список заданий для выбранной группы.

Все данные, необходимые для работы приложения, такие, как расписание занятий, список заданий, список учебных групп и т. д., размещаются на удалённом сервере. Приложение делает запрос на этот сервер, а затем сохраняет полученные данные во внутреннюю память телефона, что позволяет использовать приложения без подключения к сети Интернет.

Также предусмотрена возможность редактирования расписания занятий и списка заданий. Для этого пользователю необходимо ввести пароль, установленный на сервере. В будущем планируется реализовать систему аккаунтов, позволяющую назначать разные права доступа пользователям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Documentation for app developers [Electronic resource] // Android developers. – Mode of access: <https://developer.android.com/docs>. – Date of access: 31.01.2020.
2. Documentation for app developers [Electronic resource] // Android developers. – Mode of access: <https://developer.android.com/studio/intro>. – Date of access: 31.01.2020.
3. Design [Electronic resource] // Material Design. – Mode of access: <https://material.io/design/>. – Date of access: 31.01.2020.

И. Л. ДОРОШЕВИЧ

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ БИНАРНОЙ СМЕСИ «ПАР АТОМОВ МЕТАЛЛА – БУФЕРНЫЙ ГАЗ»

Одними из самых производительных способов формирования наноструктур являются конденсационные методы получения наночастиц с применением высокоэнергетических воздействий [1]. Конденсационные методы синтеза наночастиц основаны на испарении материалов с последующим ростом частиц из пересыщенных паров либо в вакууме, либо в буферном газе (неон, аргон, азот и др.).

Для численной оценки и компьютерного моделирования кинетики процесса нуклеации атомов металла в отдельную наночастицу в плотной компрессионной плазме с плазмообразующим газом необходимы значения параметров Леннард-Джонса и коэффициента диффузии атомов металла с учетом атмосферы буферного газа. Поскольку процесс формирования наночастицы происходит в буферном газе, то, как показал анализ литературы [2, 3], в этом случае диффузия практически полностью определяется соударениями частиц разных сортов и поэтому зависит главным образом от потенциала, связанного с подобными соударениями. Следовательно, в качестве коэффициента диффузии атомов металлического пара в разреженном буферном газе необходимо рассматривать коэффициент диффузии бинарной смеси «пар атомов металла – буферный газ». Выражение для коэффициента диффузии бинарной смеси в первом приближении методов Чепмена – Каулинга и Кихары имеет вид [3]:

$$D_{12} = \frac{3\sqrt{2\pi kT m_{12}}}{16\pi n m_{12} \sigma_{12}^2 \Omega_{12}^{(1,1)*}(T^*)} = \frac{3}{16n \sigma_{12}^2 \Omega_{12}^{(1,1)*}(T^*)} \sqrt{\frac{2kT}{\pi m_{12}}}, \quad (1)$$

где m_{12} – приведенная масса атомов массой m_1 и m_2 :

$$m_{12} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2};$$

n – концентрация атомов металлического пара;

σ_{12} – характеристическое расстояние, зависящее от выбранного закона межмолекулярных сил между молекулами газа и металла;

$\Omega_{12}^{(1,1)*}(T^*)$ – приведенный интеграл столкновений для диффузии, значение которого определяется выбором закона межмолекулярного взаимодействия сталкивающихся молекул и приведенной температурой T^* , равной

$$T^* = \frac{kT}{\epsilon_{12}},$$

где ϵ_{12} – характеристическая энергия, зависящая от выбранного закона межмолекулярных сил между молекулами газа и металла.

Для вычисления параметров ϵ_{12} и σ_{12} парного взаимодействия молекулы буферного газа с атомом металла использовались комбинаторные соотношения, устанавливающие значения параметров смеси через параметры взаимодействия однородных молекул [3]:

$$\epsilon_{12} = \sqrt{\epsilon_1 \epsilon_2},$$

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2},$$

где ϵ_1 и σ_1 – параметры потенциальной энергии парного взаимодействия для металла, ϵ_2 и σ_2 – для буферного газа.

Для расчета коэффициента диффузии D_{12} бинарной смеси «пар атомов железа – азот» в качестве закона межмолекулярного взаимодействия была выбрана потенциальная энергия парного взаимодействия (модельный потенциал) Леннарда-Джонса. При проведении численных расчетов использовались следующие значения: для железа $\epsilon_1 = 4,78 \cdot 10^{-20}$ Дж и $\sigma_1 = 2,62 \cdot 10^{-10}$ м [4]; для азота $\epsilon_2 = 1,31 \cdot 10^{-21}$ Дж и $\sigma_2 = 3,7 \cdot 10^{-10}$ м [5]; приведенных интегралов столкновений, рассчитанных на основе потенциальной энергии Леннарда-Джонса, по данным [6].

Результаты вычислений коэффициента диффузии D_{12} бинарной смеси «пар атомов железа – азот» для различных температур T и концентраций n приведены на рисунке.

где ϵ_{12} – характеристическая энергия, зависящая от выбранного закона межмолекулярных сил между молекулами газа и металла.

Для вычисления параметров ϵ_{12} и σ_{12} парного взаимодействия молекулы буферного газа с атомом металла использовались комбинаторные соотношения, устанавливающие значения параметров смеси через параметры взаимодействия однородных молекул [3]:

$$\epsilon_{12} = \sqrt{\epsilon_1 \epsilon_2},$$

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2},$$

где ϵ_1 и σ_1 – параметры потенциальной энергии парного взаимодействия для металла, ϵ_2 и σ_2 – для буферного газа.

Для расчета коэффициента диффузии D_{12} бинарной смеси «пар атомов железа – азот» в качестве закона межмолекулярного взаимодействия была выбрана потенциальная энергия парного взаимодействия (модельный потенциал) Леннарда-Джонса. При проведении численных расчетов использовались следующие значения: для железа $\epsilon_1 = 4,78 \cdot 10^{-20}$ Дж и $\sigma_1 = 2,62 \cdot 10^{-10}$ м [4]; для азота $\epsilon_2 = 1,31 \cdot 10^{-21}$ Дж и $\sigma_2 = 3,7 \cdot 10^{-10}$ м [5]; приведенных интегралов столкновений, рассчитанных на основе потенциальной энергии Леннарда-Джонса, по данным [6].

Результаты вычислений коэффициента диффузии D_{12} бинарной смеси «пар атомов железа – азот» для различных температур T и концентраций n приведены на рисунке 1.

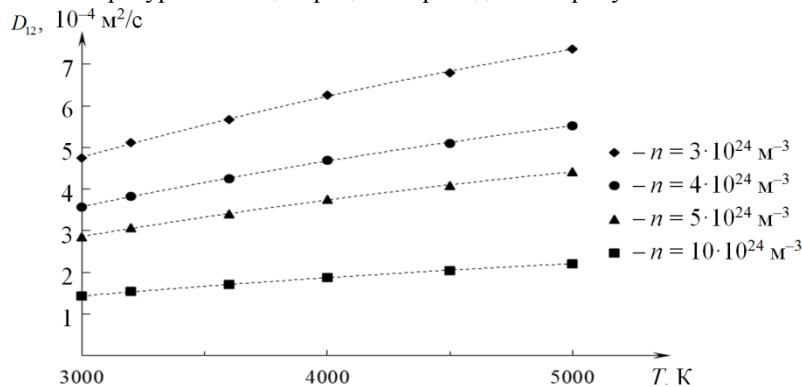


Рисунок 1. – Значение коэффициента диффузии бинарной смеси «пар атомов железа – азот» при различных температурах и концентрациях. Штриховые линии добавлены для визуализации

Зависимость коэффициента диффузии D_{12} бинарной смеси «пар атомов металла – буферный газ» от концентрации n согласно выражению (1) можно представить в виде

$$D_{12} = \frac{d_{12}}{n},$$

где коэффициент d_{12} равен

$$d_{12} = \frac{3\sqrt{2\pi k T m_{12}}}{16\pi m_{12} \sigma_{12}^2 \Omega_{12}^{(1,1)*}(T^*)}.$$

Результаты расчета коэффициента d_{12} для бинарной смеси «пар атомов железа – азот» при различных температурах представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Коэффициент d_{12} для бинарной смеси «пар атомов железа – азот» при различных температурах

T, K	3000	3200	3600	4000	4500	5000
$d_{12}, 10^{21} (m \cdot c)^{-1}$	2,06	2,16	2,37	2,53	2,75	2,94

ЛИТЕРАТУРА

1. Многомасштабное компьютерное моделирование газофазного синтеза металлических наночастиц / Б. Р. Гельчинский [и др.] // Доклады Академии наук. – 2011. – Т. 436, № 4. – С. 486–489.
2. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд; пер. с англ.; под ред. Б. И. Соколова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1982. – 592 с.: ил. – Нью-Йорк, 1977.
3. Ферцигер, Дж. Математическая теория процессов переноса в газах / Дж. Ферцигер, Г. Капер; пер. с англ.; под ред. Д. Н. Зубарева, А. Г. Башкирова. – М.: Мир, 1976. – 555 с.
4. Дорошевич, И. Л. Расчет параметров потенциальной энергии Леннард-Джонса для атомов железа / И. Л. Дорошевич // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы VII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 24–27 марта 2015 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2015. – С. 181–183.
5. Эткинс, П. Физическая химия: в 2 т. / П. Эткинс; пер. с англ. К. П. Бутина. – М.: Мир, 1980. – Т. 2. – 584 с.
6. Васильева, И. А. Теплофизические свойства веществ: учеб. пособие / И. А. Васильева, Д. П. Волков, Ю. П. Заричняк. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. – 80 с.

А. К. ЕСМАН, Г. Л. ЗЫКОВ, В. А. ПОТАЧИЦ
УО БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРМООПТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ

Воздействие лазерного излучения на конденсированную среду приводит к сильным тепловым и гидродинамическим возмущениям её равновесного состояния, которые сопровождаются возбуждением звука. Физические принципы такого возбуждения весьма разнообразны, например, тепловое расширение, оптический пробой, парообразование и др. С увеличением интенсивности излучения наблюдаются существенные нелинейные эффекты, которые обусловлены увеличением скорости расширения нагреваемого объема среды, а также изменением ее термодинамических параметров под действием лазерного излучения.

Термодинамическое возбуждение звука в конденсированных средах происходит в результате безызлучательного преобразования поглощенной энергии лазерного излучения в тепловую энергию среды и последующего теплового расширения быстро нагретого объема вещества.

Использование импульсного бесселевого светового пучка (БС пучка) в качестве источника излучения, вследствие его бездифракционности, позволяет исключить задачу дифракции и решать только уравнение, описывающее лазерную генерацию БС пучком [1].

В настоящее время активно исследуются особенности распространения, а также преобразования БС пучков, в том числе задачи влияния анизотропии, в частности, гиротропии на их свойства. Корректное описание бесселевых пучков в гиротропной среде затруднительно в рамках подхода пространственной дисперсии, базирующегося на исследовании плоских волн. В то же время теория гиротропии, развитая в работе [2], позволяет проводить корректное описание любого типа волн [3].

Целью данной работы является разработка математической модели, описывающей процесс лазерного термооптического возбуждения звука БС пучком в конденсированной среде, и определение оптимальных условий этого процесса.

Процесс лазерно-индуцированного возбуждения звука в конденсированной среде на основе метода спектральных передаточных функций можно описать с помощью уравнения:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - c_0^2 \frac{\partial}{\partial \rho} \left(\rho \frac{\partial U}{\partial \rho} \right) - c_0^2 \rho \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = - \frac{c_0^2 \alpha}{\rho_0 c_p} I, \quad (1)$$

где U – скалярный потенциал колебательной скорости; c_0 – адиабатическая скорость звука; ρ_0 – равновесная плотность среды; c_p – удельная теплоемкость при постоянном давлении; ρ – параметр поперечного распределения интенсивности бesselового светового пучка; α – температурный коэффициент объемного расширения среды; I – интенсивность БС пучка, которая описывается уравнением [4]:

$$I = \frac{c}{4\pi} I_0 \exp(-k_{//}'' z) f(t) \left(2|J_0(k_{\perp} \rho)|^2 + \tan^2 \beta |J_1(k_{\perp} \rho)|^2 \right)$$

где c – скорость света в вакууме, I_0 – интенсивность падающего пучка, $k_{//}''$ – коэффициент поглощения света, $f(t)$ – временная форма лазерного импульса, $J_0(k_{\perp} \rho)$, $J_1(k_{\perp} \rho)$ – функции Бесселя нулевого и первого порядка, ρ – параметр поперечного распределения интенсивности бesselового светового пучка, $J(k_{\perp} \rho) = J(k_{\perp} \sqrt{x^2 + y^2})$, $\beta = k_{\perp} / k_{//}$, k_{\perp} и $k_{//}$ – поперечная и продольная компоненты волнового вектора.

В случае закрепленной границы точки поверхности конденсированной среды неподвижны (закреплены):

$$v|_{\rho} = \frac{\partial \phi}{\partial \rho} = 0,$$

где v – колебательная скорость частиц среды. Понятие колебательной скорости следует из уравнения непрерывности среды и определяется как $v = \text{grad } \phi$.

В случае свободной границы:

$$\phi|_{z=0} = 0.$$

Спектр оптоакустического сигнала есть произведение спектра интенсивности лазерного излучения и передаточной функции, которая определяется функцией Бесселя, диаметром лазерного пятна, длительностью лазерного импульса.

На основе решения уравнения (1) получены и проанализированы с помощью программного обеспечения MathCad выражения для колебательной скорости и передаточной функции в случае закреплённой и свободной границы. При моделировании использовались следующие данные: $k_{\perp} = 1,2$; $k_{//}'' = 0,75$; $c_0 = 1430$ м/с; $c_p = 4190$ Дж/кг; $\rho_0 = 1000$ кг/м³.

На рисунке 1 приведены зависимости модуля нормированной передаточной функции для закреплённой (1) и свободной (2) границы от параметра поперечного распределения ρ на частоте $\omega = 2,0$ кГц (а) и от частоты ω при $\rho = 2,4$ мм (б).

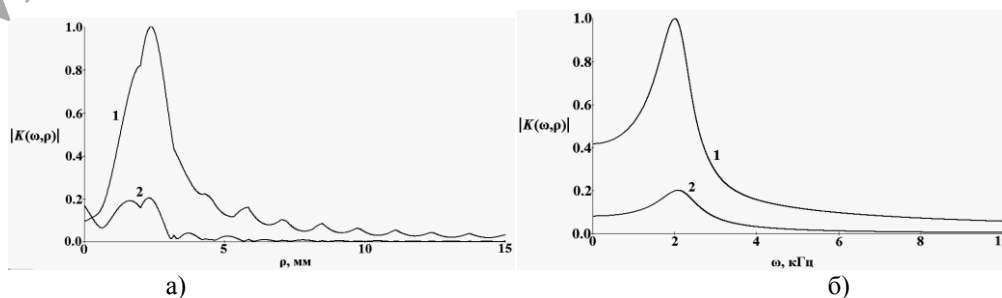


Рисунок 1. – Зависимость модуля нормированной передаточной функции для закреплённой (1) и свободной (2) границы от параметра поперечного распределения ρ на частоте $\omega = 2,0$ кГц (а) и от частоты ω при $\rho = 2,4$ мм (б)

Показано, что эффективное возбуждение акустического импульса происходит при свободной границе, когда параметр поперечного распределения интенсивности БС пучка $\rho \leq 0,1$ мм в диапазоне частот от 0 до 10 кГц, что обусловлено тем, что при отсутствии внешнего воздействия или при незначительном воздействии, точки на поверхности конденсированной среды в случае свободной границы подвижны и, как следствие этого, возбуждается небольшой акустический импульс. При увеличении ρ от 0,1 мм до 0,28 мм в диапазоне частот от 0 до 10 кГц эффективность возбуждения звука при свободной границе снижается, а при закреплённой – растёт, что обусловлено тем, что в случае закреплённой границы происходит распространение акустического сигнала только в одном направлении, а при свободной границе звук распространяется в двух направлениях, и эффективность его возбуждения снижается по отношению к закреплённой границе. Максимум эффективности возбуждения звука наблюдается при закреплённой границе при параметре $\rho = 2,4$ мм и частоте $\omega = 2$ кГц, когда модуль нормированной передаточной функции достигает своего максимального значения.

Полученные результаты можно использовать в ультразвуковых исследованиях, а также для диагностики раковых заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Femtosecond laser filamentation on condensed media with Bessel beams / Kr. Dota [et al.] // Phys. Rev. A. - 2012. - Vol. 86, Iss. 2. - P. 023808.
2. Федоров, Ф. И. Теория гиротропии. - М.: Наука и техника, 1976. - 456 с.
3. Хило, Н. А. Бессель-гауссовы и бесселевы световые пучки в гиротропной среде / Н. А. Хило // Весці АН Беларусі. - 1995. - Т. 5, № 4. - С. 54–57.
4. Гиргель, С. С. Поляризационные свойства бессель-гауссовых пучков света / С. С. Гиргель // Изв. ГомГУ им. Ф. Скорины. - 2001. - Т. 6, № 9. - С. 150–154.

А. К. ЕСМАН, Г. Л. ЗЫКОВ, В. А. ПОТАЧИЦ, В. К. КУЛЕШОВ
УО БНТУ (г. Минск, Беларусь)

МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Преобразование информации из одной области оптического спектра в другую с последующей регистрацией используется при решении ряда задач, начиная из различных отраслей народного хозяйства и кончая обеспечением обороноспособности страны. Особый интерес представляет инфракрасный диапазон (ИК-диапазон). Идея невидимого инфракрасного света, отражающая реальное явление природы, оказалась очень плодотворной. Принято ИК-диапазон спектра подразделять на ближний $\lambda = 0,76 - 2,5$ мкм, средний $\lambda = 2,5 - 50$ мкм и дальний $\lambda = 50 - 2\,000$ мкм.

В данной работе предлагается метод регистрации инфракрасного излучения на базе волоконных микрорезонаторов и структурная схема его реализации (рисунок 1), позволяющие повысить чувствительность регистрации.

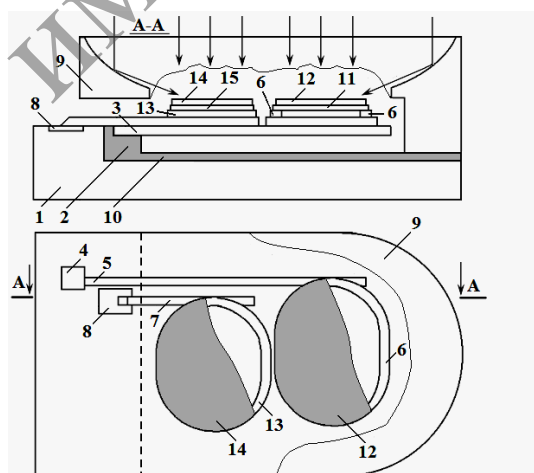


Рисунок 1. – Структурная схема устройства:

- 1 - первая диэлектрическая подложка; 2 – теплоизолирующая опора; 3 – вторая диэлектрическая подложка;
- 4 – источник света; 5 – входной волновод; 6 – первый кольцевой микрорезонатор; 7 – выходной волновод;
- 8 – приемник; 9 – концентратор инфракрасного излучения; 10 – теплоизолятор; 11 – первый буферный слой;
- 12 – первая пленка, поглощающая инфракрасное излучение; 13 – второй кольцевой микрорезонатор;
- 14 – вторая пленка, поглощающая ИК излучение; 15 – второй буферный слой

В исходном состоянии, когда отсутствует инфракрасное излучение, первая диэлектрическая подложка 1 и вторая диэлектрическая подложка 3 имеют температуру окружающей среды T .

Для калибровки устройства включается источник света 4, и длина волны генерируемого им излучения λ изменяется до значения λ_0 , соответствующего началу резонансной полосы пропускания оптически связанных первого 6 и второго 13 кольцевых микрорезонаторов при данной температуре T . Излучение с длиной волны λ_0 , поступает по входному волноводу 5 и через первый кольцевой микрорезонатор 6 поступает во второй кольцевой микрорезонатор 13. Часть излучения, определяемая коэффициентами связи оптических элементов устройства, на длине волны λ_0 через выходной волновод 7 поступает на фотоприёмник 8 и преобразуется в соответствующий этой части излучения электрический сигнал A_0 . При появлении регистрируемого инфракрасного излучения с интенсивностью, превышающей фоновую освещенность, соответствующую температуре окружающей среды T , это инфракрасное излучение поступает на поверхности первой 12 и второй 14 плёнок, поглощающих инфракрасное излучение двумя путями: непосредственно и после отражения от концентратора инфракрасного излучения 9. В результате температура первого 11 и второго 15 буферных слоев, находящихся под первой 12 и второй 14 плёнками, поглощающих инфракрасное излучение, изменяется, и – далее – за счёт теплопередачи нагреваются первый 6 и второй 13 кольцевые микрорезонаторы, находящиеся в непосредственном тепловом контакте с первым 11 и вторым 15 буферными слоями. Это приводит к изменению оптической длины первого 6 и второго 13 кольцевых микрорезонаторов и как следствие – смещению их резонансной полосы пропускания по отношению к начальной. В результате амплитуда излучения с длиной волны λ_0 в выходном волноводе 7 изменяется и тем самым соответственно изменяется электрический сигнал с фотоприёмника 8. При выборе длины волны λ_0 на линейном участке переходной характеристики оптически связанных первого 6 и второго 13 кольцевых микрорезонаторов это изменение выходного сигнала устройства пропорционально изменению амплитуды регистрируемого инфракрасного излучения. Так как переходная характеристика оптически связанных первого 6 и второго 13 кольцевых микрорезонаторов является более крутой, чем переходная характеристика каждого из них в отдельности, то для обнаружения изменений выходного сигнала устройства требуется меньшая по амплитуде интенсивность регистрируемого инфракрасного излучения.

Выбирая длину второго кольцевого микрорезонатора 13, равную длине первого кольцевого микрорезонатора 6 и расстоянию между первым 6, и вторым 13 кольцевыми микрорезонаторами, равным 0,2 мкм, а также варьируя коэффициентами связи между волноводящей системой и микрорезонатором и между самими микрорезонаторами показано, что можно уменьшить более чем в 3 раза ширину резонансной полосы поглощения принимаемого излучения и таким образом уменьшить величину минимальной регистрируемой энергии инфракрасного излучения и тем самым повысить чувствительность предложенного устройства.

С. С. ЖУМАЕВ

Навоийский ГПИ (г. Навои, Узбекистан)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАВНОВЕСИЯ И ДВИЖЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН

Трехслойные пластины как элементы тонкостенных конструкций часто используется при проектировании различных строительных сооружений и конструкций. Математические модели трехслойных пластин будем использовать как математические модели движения многослойных пластин [1], выведенные на базе вариационного принципа Гамильтона-Остроградского с учетом гипотезы В. В. Болотина [2].

Согласно приведенной математической модели, движения n -слойных пластин в работе [1] при $n=2$ и $w^{(1)} = w^{(2)} = w$, $q_3 = q_3^{(1)} + q_3^{(2)}$ просуммируем последние два уравнения и получим уравнения движения для трехслойных пластин:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\rho_{(1)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 v_1^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \frac{\partial^2 v_1^{(2)}}{\partial t^2} - A_1 \Lambda_1^{(1)}(v_1^{(1)}, v_2^{(1)}) - B(v_1^{(2)} - v_1^{(1)}) - Bc \frac{\partial w}{\partial x} - q_1^{(1)} = 0 \\ \left(\rho_{(2)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 v_1^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \frac{\partial^2 v_1^{(1)}}{\partial t^2} - A_2 \Lambda_1^{(2)}(v_1^{(2)}, v_2^{(2)}) + B(v_1^{(2)} - v_1^{(1)}) + Bc \frac{\partial w}{\partial x} - q_1^{(2)} = 0 \\ \left(\rho_{(1)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 v_2^{(1)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \frac{\partial^2 v_2^{(2)}}{\partial t^2} - A_1 \Lambda_2^{(1)}(v_1^{(1)}, v_2^{(1)}) - B(v_2^{(2)} - v_2^{(1)}) - Bc \frac{\partial w}{\partial y} - q_2^{(1)} = 0 \\ \left(\rho_{(2)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 v_2^{(2)}}{\partial t^2} + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \frac{\partial^2 v_2^{(1)}}{\partial t^2} - A_2 \Lambda_2^{(2)}(v_1^{(2)}, v_2^{(2)}) + B(v_2^{(2)} - v_2^{(1)}) + Bc \frac{\partial w}{\partial y} - q_2^{(2)} = 0 \\ \left(\rho_{(1)} h + \rho_{(2)} h + \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + 2D\Delta\Delta w - Bc \left[\frac{\partial}{\partial x} (v_1^{(2)} - v_1^{(1)}) + \frac{\partial}{\partial y} (v_2^{(2)} - v_2^{(1)}) + c\Delta w \right] - q_3 = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

здесь

$$\Lambda_1^{(k)}(v_1^{(k)}, v_2^{(k)}) = \frac{\partial^2 v_1^{(k)}}{\partial x^2} + \frac{1-\nu_{(1)}}{2} \frac{\partial^2 v_1^{(k)}}{\partial y^2} + \frac{1+\nu_{(1)}}{2} \frac{\partial^2 v_2^{(k)}}{\partial x \partial y},$$

$$\Lambda_2^{(k)}(v_1^{(k)}, v_2^{(k)}) = \frac{\partial^2 v_2^{(k)}}{\partial y^2} + \frac{1-\nu_{(1)}}{2} \frac{\partial^2 v_2^{(k)}}{\partial x^2} + \frac{1+\nu_{(1)}}{2} \frac{\partial^2 v_1^{(k)}}{\partial x \partial y}, \quad (k=1,2),$$

$$\Delta \Delta w = \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right),$$

$w^{(k)}(x_1, x_2)$ – нормальные, $v_1^{(k)}(x_1, x_2)$ и $v_2^{(k)}(x_1, x_2)$, $(k=1,2)$ – тангенциальные перемещения.

Уравнения (1) решаются при соответствующих начальных и граничных условиях [1].

Далее рассмотрим частные случаи уравнения (1). Предположим, что $A_\alpha = A$ ($\alpha=1,2$), $v_1^{(1)} = -v_1^{(2)} = v_1$, $v_2^{(1)} = -v_2^{(2)} = v_2$, $q_1^{(1)} = q_1^{(2)} = q_1$, $q_2^{(1)} = q_2^{(2)} = q_2$ и $\rho_{(1)} = \rho_{(2)} = \rho$. Это означает, что тангенциальные нагрузки, приложенные к жестким несущим слоям, отсутствуют и деформирование трехслойных пластин преимущественно изгибное, тогда из (1) получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \left(\rho h + \frac{1}{2} \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 v_1}{\partial t^2} - A \Lambda_1(v_1, v_2) + 2B v_1 - Bc \frac{\partial w}{\partial x} - q_1 = 0 \\ \left(\rho h + \frac{1}{2} \rho_{[1]} s \right) \frac{\partial^2 v_2}{\partial t^2} - A \Lambda_2(v_1, v_2) + 2B v_2 - Bc \frac{\partial w}{\partial y} - q_2 = 0 \\ (2\rho h + \rho_{[1]} s) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + 2D \Delta \Delta w + 2Bc \left[\frac{\partial v_1}{\partial x} + \frac{\partial v_2}{\partial y} + c \Delta w \right] - q_3 = 0 \end{cases}$$

Здесь введены функции v_1 и v_2

$$v_1 = \frac{v_1^{(1)} - v_1^{(2)}}{2}; \quad v_2 = \frac{v_2^{(1)} - v_2^{(2)}}{2}; \quad v_{10} = \frac{v_1^{(1)} + v_1^{(2)}}{2}; \quad v_{20} = \frac{v_2^{(1)} + v_2^{(2)}}{2}.$$

При этом для v_{10} и v_{20} дополнительно получены однородные уравнения, не зависящие от w , которые имеют только тривиальное (нулевое) решение, так что $v_{10} = 0$, $v_{20} = 0$.

Далее для организации вычислительного процесса в уравнениях (1) переходим к безразмерным координатам, считая, что

$$\bar{t} = t_0 t, \quad \bar{x} = ax, \quad \bar{y} = by, \quad \bar{h} = h_0 h, \quad \bar{v}_1^{(1)} = h v_1^{(1)}, \quad \bar{v}_1^{(2)} = h v_1^{(2)}, \quad \bar{v}_2^{(1)} = h v_2^{(1)}, \quad \bar{v}_2^{(2)} = h v_2^{(2)}, \quad \bar{w} = hw,$$

$$\begin{cases} \left(\rho_{(1)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) a^2 \frac{\partial^2 v_1^{(1)}}{\partial \bar{t}^2} + \frac{\rho_{[1]} s a^2}{4A_1 t_0^2} \frac{\partial^2 v_1^{(2)}}{\partial \bar{t}^2} - \frac{\partial^2 g_{1n}^{(1)}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{(1-\nu)a^2}{2b^2} \frac{\partial^2 g_{1n}^{(1)}}{\partial \bar{y}^2} - \frac{(1+\nu)a}{2b} \frac{\partial^2 g_{2n}^{(1)}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} - \frac{B a^2}{A_1} (g_{1n}^{(2)} - g_{1n}^{(1)}) - \frac{Bc}{A_1 a} \frac{\partial w_n}{\partial \bar{x}} = \frac{q_1^{(1)} a^2}{A_1 h} \\ \left(\rho_{(2)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) a^2 \frac{\partial^2 v_1^{(2)}}{\partial \bar{t}^2} + \frac{\rho_{[1]} s a^2}{4A_2 t_0^2} \frac{\partial^2 v_1^{(1)}}{\partial \bar{t}^2} - \frac{\partial^2 g_{1n}^{(2)}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{(1-\nu)a^2}{2b^2} \frac{\partial^2 g_{1n}^{(2)}}{\partial \bar{y}^2} - \frac{(1+\nu)a}{2b} \frac{\partial^2 g_{2n}^{(2)}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + \frac{B a^2}{A_2} (g_{1n}^{(2)} - g_{1n}^{(1)}) - \frac{Bc}{A_2 a} \frac{\partial w_n}{\partial \bar{x}} = \frac{q_1^{(2)} a^2}{A_2 h} \\ \left(\rho_{(1)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) b^2 \frac{\partial^2 v_2^{(1)}}{\partial \bar{t}^2} + \frac{\rho_{[1]} s b^2}{4A_1 t_0^2} \frac{\partial^2 v_2^{(2)}}{\partial \bar{t}^2} - \frac{\partial^2 g_{2n}^{(1)}}{\partial \bar{y}^2} - \frac{(1-\nu)b^2}{2a^2} \frac{\partial^2 g_{2n}^{(1)}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{(1+\nu)b}{2a} \frac{\partial^2 g_{1n}^{(1)}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} - \frac{B b^2}{A_1} (g_{2n}^{(2)} - g_{2n}^{(1)}) - \frac{Bc}{A_1 b} \frac{\partial w_n}{\partial \bar{y}} = \frac{q_2^{(1)} b^2}{A_1 h} \\ \left(\rho_{(2)} h + \frac{1}{4} \rho_{[1]} s \right) b^2 \frac{\partial^2 v_2^{(2)}}{\partial \bar{t}^2} + \frac{\rho_{[1]} s b^2}{4A_2 t_0^2} \frac{\partial^2 v_2^{(1)}}{\partial \bar{t}^2} - \frac{\partial^2 g_{2n}^{(2)}}{\partial \bar{y}^2} - \frac{(1-\nu)b^2}{2a^2} \frac{\partial^2 g_{2n}^{(2)}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{(1+\nu)b}{2a} \frac{\partial^2 g_{1n}^{(2)}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + \frac{B b^2}{A_2} (g_{2n}^{(2)} - g_{2n}^{(1)}) - \frac{Bc}{A_2 b} \frac{\partial w_n}{\partial \bar{y}} = \frac{q_2^{(2)} b^2}{A_2 h} \\ \frac{(\rho_{(1)} h + \rho_{(2)} h + \rho_{[1]} s) a^4}{2D t_0^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \bar{t}^2} + \frac{\partial^4 w_n}{\partial \bar{x}^4} + \frac{2a^2}{b^2} \frac{\partial^4 w_n}{\partial \bar{x}^2 \partial \bar{y}^2} + \frac{a^4}{b^4} \frac{\partial^4 w_n}{\partial \bar{y}^4} + \frac{Bc}{2D} \left(\frac{a^3 \partial g_{1n}^{(2)}}{\partial \bar{x}} - \frac{a^3 \partial g_{1n}^{(1)}}{\partial \bar{x}} + \frac{a^4 \partial g_{2n}^{(2)}}{b \partial \bar{y}} - \frac{a^4 \partial g_{2n}^{(1)}}{b \partial \bar{y}} \right) + \frac{ca^2 \partial^2 w_n}{\partial \bar{x}^2} + \frac{ca^4 \partial^2 w_n}{b^2 \partial \bar{y}^2} = \frac{q_3 a^4}{2Dh} \end{cases} \quad (2)$$

Уравнение движения в векторно-матричной форме принимает вид

$$H \frac{\partial^2 U}{\partial \bar{t}^2} + S U = Q,$$

где $U(g_1^{(1)}, g_1^{(2)}, g_2^{(1)}, g_2^{(2)}, w)$ – перемещение, H, S – матрицы-операторы, представляемые в виде

$$S = S_1 \frac{\partial^4}{\partial x^4} + S_2 \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + S_3 \frac{\partial^4}{\partial y^4} + S_4 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + S_5 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + S_6 \frac{\partial^2}{\partial y^2} + S_7 \frac{\partial}{\partial x} + S_8 \frac{\partial}{\partial y} + S_9 u$$

$$H = \begin{pmatrix} \frac{(\rho_{(1)h} + \frac{1}{4} \rho_{[1]s}) a^2}{A_1 t_0^2} & \frac{\rho_{[1]s} a^2}{4 A_1 t_0^2} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\rho_{[1]s} a^2}{4 A_2 t_0^2} & \frac{(\rho_{(2)h} + \frac{1}{4} \rho_{[1]s}) a^2}{A_2 t_0^2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{(\rho_{(1)h} + \frac{1}{4} \rho_{[1]s}) b^2}{A_1 t_0^2} & \frac{\rho_{[1]s} b^2}{4 A_1 t_0^2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\rho_{[1]s} b^2}{4 A_2 t_0^2} & \frac{(\rho_{(2)h} + \frac{1}{4} \rho_{[1]s}) b^2}{A_2 t_0^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{(\rho_{(1)h} + \rho_{(2)h} + \rho_{[1]s}) a^4}{2 D t_0^2} \end{pmatrix}$$

$$S_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad S_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{2a^2}{b^2} \end{pmatrix}, \quad S_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a^4}{b^4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad S_4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{(1-\nu)b^2}{2a^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{(1-\nu)b^2}{2a^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{Bc^2 a^2}{2D} \end{pmatrix}$$

$$S_5 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{(1+\nu)a}{2b} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{(1+\nu)a}{2b} & 0 \\ \frac{(1+\nu)b}{2a} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(1+\nu)b}{2a} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad S_6 = \begin{pmatrix} \frac{(1-\nu)a^2}{2b^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(1-\nu)a^2}{2b^2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{Bc^2 a^4}{2Db^2} \end{pmatrix}, \quad S_7 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Bc}{A_1 a} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Bc}{A_2 a} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{Bca^3}{2D} & -\frac{Bca^3}{2D} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$S_8 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Bc}{A_1 b} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{Bc}{A_2 b} \\ 0 & 0 & \frac{Bca^4}{2Db} & -\frac{Bca^4}{2Db} & 0 \end{pmatrix}, \quad S_9 = \begin{pmatrix} -\frac{Ba^2}{A_1} & \frac{Ba^2}{A_1} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{Ba^2}{A_2} & -\frac{Ba^2}{A_2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{Bb^2}{A_1} & \frac{Bb^2}{A_1} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{Bb^2}{A_2} & -\frac{Bb^2}{A_2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} \frac{q_1^{(1)} a^2}{A_1 h} \\ \frac{q_1^{(2)} a^2}{A_1 h} \\ \frac{q_2^{(1)} b^2}{A_2 h} \\ \frac{q_2^{(2)} b^2}{A_2 h} \\ \frac{q_3 a^4}{2Dh} \end{pmatrix}$$

$A_\alpha = \frac{Eh}{1-\nu^2}$ ($\alpha=1,2$) – жесткости слоя при сжатии; $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ – цилиндрическая жесткость слоя; h –

толщина пластины; $s = h_{[1]}$ – толщина слоя заполнителя; E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона; $q_1^{(1)}, q_1^{(2)}, q_2^{(1)}, q_2^{(2)}, q_3$ – внешние динамические нагрузки; a, b – соответственно максимальные

значения длины и ширины пластины; $B = \frac{G(z)}{h}$; $c = \frac{1}{2}(h_{(k)} - h_{[k]})$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назиров, Ш. А. Математическая модель колебания трехслойных пластин / Ш. А. Назиров, С. С. Жумаев // Вопросы вычисл. и прикл. математики: сб. науч. тр. – Ташкент : ИМИТ АН РУз, 2010. – Вып. 124. – С. 64–79.
2. Болотин, В. В. Механика многослойных конструкций / В. В. Болотин, Ю. Н. Новичков. – М. : Машиностроение, 1980. – 375 с.

Д. А. ЗЕРНИЦА¹, В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²БГУ (г. Минск, Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ И МИКРОТВЁРДОСТИ В БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГАХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Sn-Zn, ЛЕГИРОВАННЫХ СУРЬМОЙ

Сплавы, полученные нетрадиционными способами, к которым относится высокоскоростное затвердевание [1], обладают свойствами, которые обуславливают применение этих материалов в промышленности. Высокие скорости получения сплавов (от 10^5 К/с) позволяют достичь более однородного распределения компонентов, повысить предел растворимости и добиться измельчения зёрненной структуры, что значительно улучшает свойства материалов, однако формирует неравновесную структуру, которая с течением времени претерпевает структурные и фазовые изменения при определенных температурах: образуются и зарождаются новые фазы, происходит перемещение межфазных границ [2]. Сплавы на основе олова и цинка представляют широкий научный интерес и находят применение в различных отраслях промышленности в качестве припоев, а легирование данной системы позволяет существенно повысить эксплуатационные свойства [3–6]. В связи с этим большое внимание уделяется исследованию цинковых сплавов, что определяет актуальность исследования.

В работе представлены результаты исследования текстуры и микротвёрдости эвтектического сплава Sn-Zn, легированного сурьмой с разными концентрациями $(\text{Sn-Zn})_{\text{эвт}} - x \text{ мас. \% Sb}$ ($x = 1 - 4$). Фольги получали высокоскоростным затвердеванием, проводилось инжестрирование капли расплава массой $\approx 0,2$ г на внутреннюю полированную медную поверхность быстровращающегося цилиндра. Исследование текстуры фольг проводилось с помощью рентгенографического анализа (дифрактометр Rigaku Ultima IV). Для определения индексов дифракционных отражений hkl от исследуемых образцов фольг использовалась база данных ICDD: International Centre of Diffraction Data (порошковая база данных PDF2 или PDF4). Текстура фольг изучалась методом обработки полюсных фигур дифракционных линий, полюсные плотности дифракционных линий P_{hkl} рассчитывалась по методу Харриса [7]. Отжиг фольг проводился в сушильном шкафу. Микротвёрдость снималась на приборе ПМТ-3 при нагрузке 20 г, погрешность измерений не превышала 5 %.

На рентгенограмме (рисунок 1) наблюдались дифракционные линии олова (200, 101, 211 и др.) и цинка (0002, 10 $\bar{1}$ 0, 10 $\bar{1}$ 1, 10 $\bar{1}$ 2 и др.), т. е. быстрозатвердевший сплав состоит из твёрдых растворов олова и цинка [8].

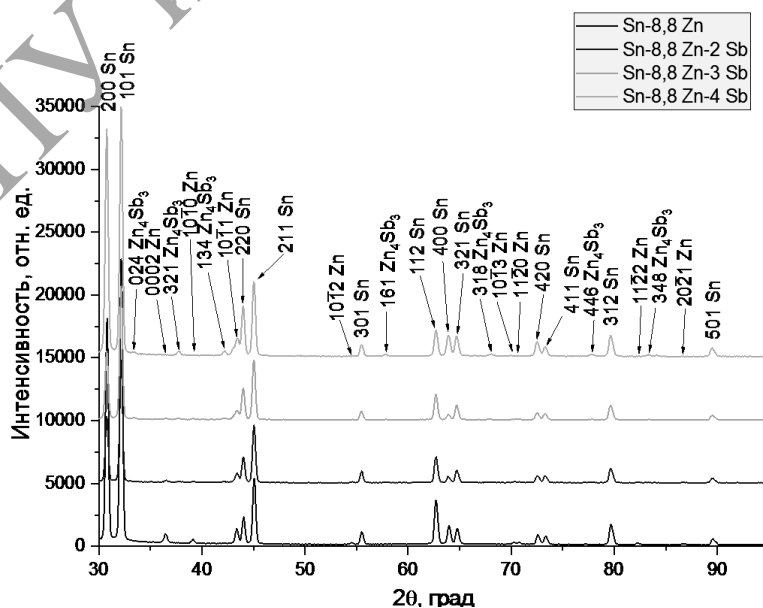


Рисунок 1. – Рентгенограммы быстрозатвердевших фольг сплава $(\text{Sn-Zn})_{\text{эвт}} - x \text{ мас. \% Sb}$ ($x = 1 - 4$)

Помимо вышеназванных дифракционных линий, с помощью карточек обнаружены линии, принадлежащие фазе частиц антимонида цинка (Zn_4Sb_3 , Zn_3Sb_2). Наличие малоинтенсивных дифракционных линий цинка связано с небольшой концентрацией компонента в расплаве. Рентгеновское излучение падало на поверхность фольги, контактирующую с кристаллизатором. Изменение концентрации сурьмы в расплаве не влияет на интенсивность той или иной дифракционной линии олова или цинка. При высокоскоростной кристаллизации чистых компонентов в фольгах также образовывалась текстура олова (100) и текстура цинка (0001) вследствие плотной упаковки соответствующих кристаллографических плоскостей и направлению теплового потока [9].

На рисунке 2 представлен график зависимости микротвёрдости фольг от концентрации сурьмы. Увеличение концентрации сурьмы в сплаве повышает микротвёрдость.

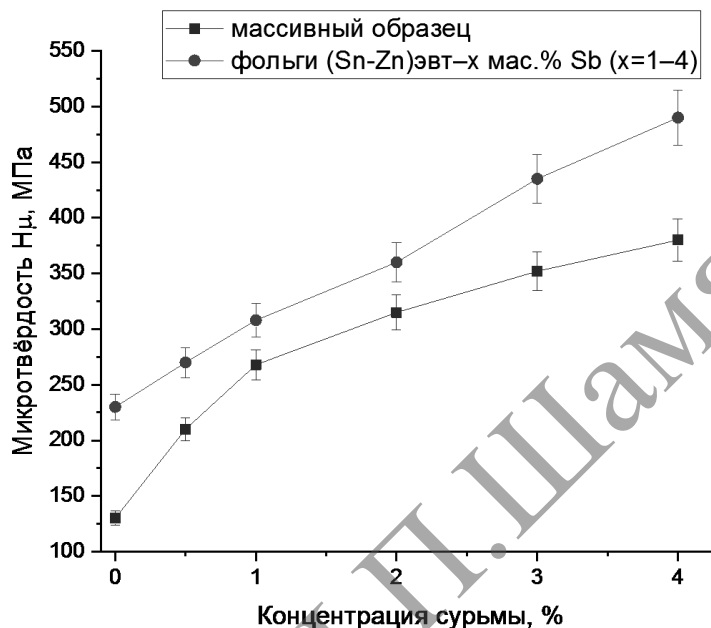


Рисунок 2. – Зависимость микротвёрдости H_{μ} от концентрации массивных образцов и быстрозатвердевших фольг сплава $(Sn-Zn)_{эвт} - x$ мас. % Sb ($x = 1 - 4$)

Таким образом, дополнительное легирование эвтектического сплава $(Sn-Zn)_{эвт}$ сурьмой, температура плавления которой значительно выше температуры плавления эвтектики, появление новых фаз (Zn_4Sb_3 , Zn_3Sb_2) приводит к уменьшению переохлаждения расплава, а также способствует образованию и росту зародышей олова и цинка с другой ориентацией. Изменение текстуры цинка при кристаллизации является следствием влияния этих зародышей в сплаве $(Sn-Zn)_{эвт} - 4$ мас. % Sb. Микротвёрдость с увеличением концентрации сурьмы растёт, и в фольгах она более высокая по сравнению с массивными образцами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, В. А. Высокоскоростное затвердевание расплава (теория, технология и материалы) / В. А. Васильев, Б. С. Митин, И. Н. Пашков ; под ред. Б. С. Митина. – М. : Интермет инжиниринг, 1998. – 400 с.
2. Лозенко, В. В. Зёрненная и субзёрненная структура быстрозатвердевших фольг цинка и его бинарных сплавов с Cd, Sn и Sb / В. В. Лозенко, В. Г. Шепелевич // Неорганические материалы. – 2007. – Т. 43, № 1. – С. 22–26.
3. El-Basaty, A. B. Influence of small addition of antimony (Sb) on thermal behavior, microstructural and tensile properties of Sn-9.0Zn-0.5Al Pb-free solder alloy / A. B. El-Basaty, A. M. Deghady, E. A. Eid // Mater. Sci. Eng. – 2017. – Vol. 701. – P. 245–253.
4. Interfacial Properties of Zn–Sn Alloys as High Temperature Lead-Free Solder on Cu Substrate / Jae-Ean Lee [et al.] // Materials Transactions. – 2005. – Vol. 46, № 11. – P. 2413–2418.
5. Electrochemical and wetting behavior of as-cast Sn–Zn–Sb lead free solder alloys / Srba A. Mladenović [et al.] // Hemijska industrija. – 2013. – 67 (3). – P. 477–484.
6. Şahin, M. The effect of the solidification rate on the physical properties of the Sn-Zn eutectic alloy / M. Şahin, F. Karakurt // Physica B: Physics of Condensed Matter. – 2018. – Vol. 545. – P. 48–54.
7. Русаков, А. А. Рентгенография металлов / А. А. Русаков. – М. : Атомиздат, 1977. – 488 с.
8. Шепелевич, В. Г. Структура быстрозатвердевшей фольги эвтектического сплава Sn – 8,8 мас. % Zn / В. Г. Шепелевич, Д. А. Зерница // Журн. Белорус. гос. ун-та. Физика. – 2020. – № 1. – С. 67–72.
9. Лозенко, В. В. Зёрненная и субзёрненная структура быстрозатвердевших фольг цинка и его бинарных сплавов с Cd, Sn и Sb / В. В. Лозенко, В. Г. Шепелевич // Неорганические материалы. – 2007. – Т. 43, № 1. – С. 22–26.

А. В. ИВАШКЕВИЧ

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА В МОДЕЛИ ДЕ СИТТЕРА

В работе [1] было выполнено разделение переменных в спинорных уравнениях Максвелла в сферически-симметричной метрике пространства-времени де Ситтера:

$$dS^2 = (1-r^2)dt^2 - \frac{dr^2}{1-r^2} - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2), \quad r \in (0,1). \quad (1)$$

Обратимся к построению решений для найденного в [1] уравнения 2-го порядка, определяющего решения уравнений электромагнитного поля в этом пространстве:

$$\left(\frac{d^2}{dr^2} - \frac{2r}{1-r^2} \frac{d}{dr} + \frac{\varepsilon^2}{(1-r^2)^2} - \frac{j(j+1)}{r^2(1-r^2)} \right) \bar{G} = 0. \quad (2)$$

В переменной $z = r^2$ уравнение (2) выглядит так:

$$\left(\frac{d^2}{dz^2} + \frac{1-3z}{2z(1-z)} \frac{d}{dz} + \frac{\varepsilon^2}{4z(1-z)^2} - \frac{j(j+1)}{4z^2(1-z)} \right) \bar{G} = 0. \quad (3)$$

Оно имеет три регулярные особые точки $[0, 1, \infty]$, т. е. принадлежит классу гипергеометрических функций [2]. Строим решения уравнения с учетом асимптотического поведения решений около особых точек $z=0$, $z=1$ в физической области переменной:

$$\bar{G}(z) = z^a (1-z)^b F(z); \quad a = (j+1)/2, -j/2; \quad b = -i\varepsilon/2, -i\varepsilon/2. \quad (4)$$

Для функции $F(z)$ получаем уравнение гипергеометрического типа [2]:

$$z(1-z)F'' + [\gamma - (\alpha + \beta + 1)z]F' - \alpha\beta F = 0$$

с параметрами $\alpha = a + b$, $\beta = a + b + 1/2$, $\gamma = 2a + 1/2$. Для этого уравнения известны шесть типов решений, каждое представимо четырьмя различными формами, т. е. существуют 24 решения Куммера [2]. Исследуем решение, основанное на использовании функций $F(z) = u_1(z)$ (см. в [2]). Чтобы установить, как ведет себя это решение при $z \rightarrow 1$, воспользуемся известными соотношениями Куммера:

$$\begin{aligned} u_1(z) &= \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} u_2 + \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} u_6, \\ u_1 &= H(\alpha, \beta; \gamma; z), \quad u_2 = H(\alpha, \beta; \alpha+\beta+1-\gamma; 1-z), \\ u_6 &= (1-z)^{\gamma-\alpha-\beta} H(\gamma-\alpha, \gamma-\beta; \gamma+1-\alpha-\beta; 1-z). \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом (5) устанавливаем, что функция $\bar{G}_1(z)$ при $z \rightarrow 1$ ведет себя так:

$$\bar{G}_1(z \rightarrow 1) = (1-z)^b \left[\frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} + \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} (1-z)^{\gamma-\alpha-\beta} \right]. \quad (6)$$

Учтем, что $\gamma - \alpha - \beta = -2b$, тогда формула примет вид

$$\bar{G}_1(z \rightarrow 1) = \Gamma(\gamma) \left[\frac{\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} (1-z)^b + \frac{\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} (1-z)^{-b} \right]. \quad (7)$$

Принимая во внимание равенства $\alpha + \beta - \gamma = (\gamma - \alpha - \beta)^*$, $\gamma - \alpha = \beta^*$, $\gamma - \beta = \alpha^*$, заключаем, что в квадратных скобках в (7) выраженные через Γ -функции коэффициенты являются комплексно сопряженными друг другу. Следовательно, полная функция $\bar{G}(z \rightarrow 1)$ является вещественной.

Можно убедиться, что функция $\bar{G}(z)$ является вещественной во всей области переменной z . Для этого воспользуемся тождеством Куммера [2]:

$$u_1 = F(\alpha, \beta; \gamma; z) = (1-z)^{\gamma-\alpha-\beta} F(\gamma-\alpha, \gamma-\beta; \gamma; z), \quad (8)$$

с учетом которого находим два представления для полного решения:

$$z^a(1-z)^b F(\alpha, \beta; \gamma; z) = z^a(1-z)^b (1-z)^{\gamma-\alpha-\beta} F(\gamma-\alpha, \gamma-\beta; \gamma; z).$$

Это равенство можно переписать в виде (a – вещественный параметр)

$$z^a(1-z)^b F(\alpha, \beta; \gamma; z) = z^a(1-z)^b F(\beta^*, \alpha^*; \gamma; z), \quad (9)$$

т. е. $\bar{G}_1(z)$ является вещественной функцией во всей области изменения переменной z .

Дальше удобно зафиксировать значения параметров $a = (j+1)/2$, $b = +i\varepsilon/2$; этот выбор соответствует регулярному в нуле решению. Легко убедиться, что сингулярному в нуле решению соответствует функция типа $u_5 = z^{1-\gamma} A(\alpha+1-\gamma, \beta+1-\gamma; 2-\gamma; z)$. Можно убедиться, что полная функция $\bar{G}_5(z)$ также вещественная.

Чтобы построить комплексные решения, которые в области $z \rightarrow 1$ вели бы себя как

$$u_2 \square (1-z)^b = (1-z)^{+i\varepsilon/2}, \quad u_6 \square (1-z)^{-b} = (1-z)^{-i\varepsilon/2}, \quad (10)$$

в качестве двух независимых решений гипергеометрического уравнения выберем решения типов $u_2(z)$ и $u_6(z)$ (см. (5)). Чтобы получить поведение этих решений во второй особой точке $z = 0$, нужно воспользоваться формулами Куммера [2], которые для полных решений дают линейные разложения

$$\begin{aligned} \bar{G}_2(z) &= \frac{\Gamma(\alpha+\beta+1-\gamma)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(\alpha+1-\gamma)\Gamma(\beta+1-\gamma)} z^a (1-z)^b u_1 + \frac{\Gamma(\alpha+\beta+1-\gamma)\Gamma(\gamma-1)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} z^a (1-z)^b u_5, \\ \bar{G}_6(z) &= \frac{\Gamma(\gamma+1-\alpha-\beta)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} z^a (1-z)^b u_1 + \frac{\Gamma(\gamma+1-\alpha-\beta)\Gamma(\gamma-1)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} z^a (1-z)^b u_5. \end{aligned}$$

В окрестности точки $z = 0$ эти разложения упрощаются до следующих:

$$\begin{aligned} \bar{G}_2(z) &= \frac{\Gamma(\alpha+\beta+1-\gamma)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(\alpha+1-\gamma)\Gamma(\beta+1-\gamma)} z^{(j+1)/2} + \frac{\Gamma(\alpha+\beta+1-\gamma)\Gamma(\gamma-1)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} z^{-j/2}, \\ \bar{G}_6(z) &= \frac{\Gamma(\gamma+1-\alpha-\beta)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} z^{(j+1)/2} + \frac{\Gamma(\gamma+1-\alpha-\beta)\Gamma(\gamma-1)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} z^{-j/2}. \end{aligned}$$

Можно убедиться, что решения Куммера u_2 и u_6 порождают комплексно сопряженные друг другу полные решения: $\bar{G}_6(z) = [\bar{G}_2(z)]^*$. Таким образом, построены пара независимых вещественных решений $\bar{G}_1(z)$, $\bar{G}_5(z)$ и пара независимых комплексно сопряженных решений $\bar{G}_1(z)$, $\bar{G}_6(z)$; найдены их взаимные разложения друг по другу.

Возвратимся к уравнению (2), переписанному в виде

$$\varphi \left(\frac{d}{dr} \varphi \frac{d}{dr} + \varepsilon^2 - \frac{j(j+1)}{r^2} \varphi \right) \bar{G} = 0, \quad \varphi = 1-r^2, \quad (11)$$

и сделаем в нем переход к специальной радиальной координате r_* , в которой становится понятнее физическая ситуация. Переменная r_* вводится таким образом:

$$\varphi \frac{d}{dr} = \frac{d}{dr_*}, \quad r_* = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}; \quad r \rightarrow 0, r_* \rightarrow 0; \quad r \rightarrow 1, r_* \rightarrow +\infty, \quad r = \frac{e^{2r_*} - 1}{e^{2r_*} + 1}. \quad (12)$$

Уравнение (11) в новой переменной записывается так:

$$\left[\frac{d^2}{dr_*^2} + \varepsilon^2 - \frac{j(j+1)}{r^2} (1-r^2) \right] \bar{G} = 0; \quad (13)$$

в асимптотических областях оно упрощается:

$$r \rightarrow 0, \quad \left[\frac{d^2}{dr_*^2} - \frac{j(j+1)}{r^2} \right] \bar{G} = 0; \quad r \rightarrow +1, \quad \left[\frac{d^2}{dr_*^2} + \varepsilon^2 \right] \bar{G} = 0, \quad \bar{G} = e^{\pm i\varepsilon r_*}. \quad (14)$$

Отмечаем, что в области горизонта де Ситтера (т. е. при $r \rightarrow 1$) решения ведут себя как гармонические волны для безмассовых частиц.

Уравнение (13) можно рассматривать как уравнение шредингеровского типа с эффективным потенциалом $U(r)$:

$$\left[\frac{d^2}{dr_*^2} + \varepsilon^2 - U(r) \right] \bar{G} = 0, \quad U(r) = \frac{j(j+1)}{r^2} (1-r^2) = \frac{4j(j+1)e^{2r_*}}{(e^{2r_*} - 1)^2}. \quad (15)$$

Легко убедиться, что установленное ранее асимптотическое поведение $(1-z)^{\pm i\varepsilon/2}$ при $z \rightarrow 1$ соответствует найденному в (14):

$$(1-z)^{\pm i\varepsilon/2} = [1-r^2]^{\pm i\varepsilon/2} = \left[\frac{4e^{2r_*}}{(e^{2r_*} + 1)^2} \right]^{\pm i\varepsilon/2} \Bigg|_{r_* \rightarrow +\infty} = [4e^{2r_*}]^{\pm i\varepsilon/2} = 4^{\pm i\varepsilon/2} \cdot e^{\pm i\varepsilon r_*}. \quad (16)$$

Около точки $r_* = 0$ имеем приближенное равенство $r \approx r_*$, поэтому первое уравнение в (14) упрощается и дает уже известные асимптотики:

$$r_* \rightarrow 0, \quad \left[\frac{d^2}{dr_*^2} - \frac{j(j+1)}{r_*^2} \right] \bar{G} = 0, \quad \bar{G} = r_*^{(j+1)/2}, r_*^{-j/2}. \quad (17)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашкевич, А. В. О разделении переменных в спинорных уравнениях Максвелла в сферически-симметричных космологических моделях с горизонтом / А. В. Ивашкевич // Сборник тезисов (Abstract-1).
2. Бейтмен, Г. Высшие трансцендентные функции. Гипергеометрическая функция. Функция Лежандра / Г. Бейтмен, А. Эрдейи. – М. : Наука, 1965. – 296 с.

А. В. ИВАШКЕВИЧ

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси (г. Минск, Республика Беларусь)

О РАЗДЕЛЕНИИ ПЕРЕМЕННЫХ В СПИНОРНЫХ УРАВНЕНИЯХ МАКСВЕЛЛА ДЛЯ СФЕРИЧЕСКИ-СИММЕТРИЧНЫХ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Спинорные уравнения Максвелла без источников в произвольном пространстве-времени с псевдоримановой геометрией можно представлять так:

$$\sigma^\alpha(x) [\partial_\alpha + \Sigma_\alpha(x) \otimes I + I \otimes \Sigma_\alpha(x)] \xi(x) = 0, \quad (1)$$

где величина $\xi(x)$ представляет симметричный спинор второго ранга, ее можно рассматривать как симметричную комплексную (2×2) -матрицу, определяемую 3-мя комплексно-значными функциями; $\sigma^\alpha(x)$ – локальные матрицы Паули, $\Sigma_\alpha(x)$ – спинорная связность Инфельда – ван дер Вердена (см. обозначения в [1]).

Метрики всех сферически-симметричных пространственно-временных моделей с так называемым горизонтом имеют следующую структуру:

$$dS^2 = \varphi(r) dt^2 - \frac{dr^2}{\varphi(r)} - r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2); \quad (2)$$

примерами таких моделей являются пространства де Ситтера, анти де Ситтера и Шварцшильда [2], соответственно с

$$\varphi = 1 - r^2, r \in (0, 1); \quad \varphi = 1 + r^2, r \in (0, +\infty); \quad \varphi = 1 - \frac{1}{r}, r \in (1, +\infty). \quad (3)$$

Область горизонта достигается соответственно при $r=1$, $r=i$, $r=1$ (в случае пространства анти де Ситтера он находится в нефизической области переменной r).

При использовании локальных матриц Паули и спинорной связности в связанной с метрикой диагональной (2) тетраде уравнение (1) можно привести к следующему явному виду:

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial t} + \varphi \left[\sigma^3 \frac{\partial}{\partial r} + \frac{i}{r} \left(-\sigma^1 \frac{\sigma^2 \otimes I + I \otimes \sigma^2}{2} + \sigma^2 \frac{\sigma^1 \otimes I + I \otimes \sigma^1}{2} \right) + \frac{\varphi'}{2\varphi} \frac{\sigma^3 \otimes I + I \otimes \sigma^3}{2} \right] + \frac{\sqrt{\varphi}}{r} \left[\sigma^1 \partial_\theta - i\sigma^2 \frac{i\partial_\phi + \cos\theta(\sigma^3 \otimes I + I \otimes \sigma^3)/2}{\sin\theta} \right] \right\} \xi = 0. \quad (4)$$

Подстановка для решений, отвечающая стационарным решениям и диагонализации квадрата и третьей проекции полного углового момента электромагнитного поля, имеет вид

$$\xi(x) = e^{-i\epsilon t} \begin{vmatrix} f(r)D_{-1} & h(r)D_0 \\ h(r)D_0 & g(r)D_{+1} \end{vmatrix}, \quad D_\sigma = D_{-m, -\sigma}^j(\phi, \theta, 0). \quad (5)$$

В подстановку (5) входят три зависящие от переменной r неизвестные функции f, g, h ; в обозначении функций Вигнера индексы j и m для краткости опускаются. Подстановка верна только для значений $j=1, 2, 3, \dots$; $m=-j, -j+1, \dots, j-1, j$; для решений с $j=0$ исходная подстановка должна быть более простой:

$$j=0, \quad \xi(x) = e^{-i\epsilon t} \begin{vmatrix} 0 & h(r) \\ h(r) & 0 \end{vmatrix}; \quad (6)$$

в подстановке (6) нет зависимости от угловых переменных.

После разделения переменных в уравнении (1) (при этом используем известные свойства функций Вигнера [2]) находим 4 радиальных уравнения:

$$\begin{aligned} -i\epsilon f + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi} \right) f + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} h &= 0, \\ +i\epsilon g + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi} \right) g + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} h &= 0, \\ -i\epsilon h + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) h + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} g &= 0, \\ +i\epsilon h + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) h + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} f &= 0, \end{aligned} \quad (7)$$

где $a = \sqrt{j(j+1)}$, $j=1, 2, 3, \dots$.

Уравнения для случая $j=0$ можно получить из (7), если учесть ограничения $f=0$, $g=0$ и положить $a=0$. Так, по

$$0=0, \quad 0=0, \quad -i\epsilon h + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) h = 0, \quad +i\epsilon h + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) h = 0. \quad (8)$$

Для системы (8) существует только тривиальное решение $h(r)=0$. Это означает, что уравнения Максвелла не допускают существования решений в виде сферических волн со значением $j=0$.

Если в системе (7) сложить и вычесть третье и четвертое уравнения, то получим следующее:

$$2\varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) h + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} (f+g) = 0, \quad h = \frac{ia}{2\epsilon} \frac{\sqrt{\varphi}}{r} (f-g). \quad (9)$$

Первое уравнение в (9) превращается в тождество $0=0$, если из третьего и четвертого уравнений из (7) выразить функции f и g через h . Это означает, что независимыми являются только три уравнения: второе в (9)

$$h = \frac{ia}{2\epsilon} \frac{\sqrt{\varphi}}{r} (f-g),$$

и

$$\begin{aligned} -i\epsilon f + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi} \right) f + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} h &= 0, \\ +i\epsilon g + \varphi \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi} \right) g + a \frac{\sqrt{\varphi}}{r} h &= 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Если в системе (10) исключить переменную h , то получим

$$\begin{aligned} \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi} - \frac{i\varepsilon}{\varphi}\right)f + \frac{ia^2}{2\varepsilon r^2}(f-g) &= 0, \\ \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi} + \frac{i\varepsilon}{\varphi}\right)g + \frac{ia^2}{2\varepsilon r^2}(f-g) &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Складывая и вычитая уравнения в (10) попутно перейдем к новым комбинациям функций: $f+g=F$, $f-g=G$), находим

$$\begin{aligned} \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi}\right)F - \frac{i\varepsilon}{\varphi}G + \frac{ia^2}{\varepsilon r^2}G &= 0, \\ \left(\frac{d}{dr} + \frac{1}{r} + \frac{\varphi'}{2\varphi}\right)G - \frac{i\varepsilon}{\varphi}F &= 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Система (12) упрощается выделением простых множителей:

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{r\sqrt{\varphi}}\bar{F}, \quad G = \frac{1}{r\sqrt{\varphi}}\bar{G}, \\ i\varepsilon \frac{d}{dr}\bar{F} + \left(\frac{\varepsilon^2}{\varphi} - \frac{a^2}{r^2}\right)\bar{G} &= 0, \quad \varphi \frac{d}{dr}\bar{G} = i\varepsilon\bar{F}. \end{aligned} \quad (13)$$

Исключая функцию \bar{F} , находим уравнение 2-го порядка для \bar{G} :

$$\left(\frac{d}{dr}\varphi \frac{d}{dr} + \frac{\varepsilon^2}{\varphi} - \frac{a^2}{r^2}\right)\bar{G} = 0. \quad (14)$$

Это основное уравнение, которое определяет решения уравнений Максвелла в пространственно-временных моделях с горизонтом. Сопутствующая функция \bar{F} может быть вычислена из последнего соотношения в (13). Напоминаем, что пространства де Ситтера, анти де Ситтера и Шварцшильда функция φ имеет следующий явный вид:

$$\varphi = 1 - r^2, \quad r \in (0, +1); \quad \varphi = 1 + r^2, \quad r \in (0, +\infty); \quad \varphi = 1 - \frac{1}{r}, \quad r \in (1, +\infty).$$

Полагая в (14) функцию $\varphi(r)$ равной 1, получим радиальное уравнение, определяющее сферически-симметричные решения уравнений Максвелла в пространстве Минковского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редьков, В. М. Поля частиц в римановом пространстве и группа Лоренца / В. М. Редьков. – Минск : Белорусская наука, 2009. – 486 с.
2. Редьков, В. М. Тетрадный формализм, сферическая симметрия и базис Шредингера / В. М. Редьков. – Минск : Белорусская наука, 2011. – 339 с.

А. А. КОЗИНСКИЙ

УО БрГУ имени А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО АКТУАЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ ИНФОРМАТИКИ

Формирование компетенций начинающих исследователей – важная часть учебного процесса. Имеющийся у автора опыт позволяет представить анализ ошибок, допущенных в начале исследований по темам информатики и информационных технологий. Ниже рассмотрены только эти направления. Отметим, что исследования по указанной тематике проводят учащиеся и студенты как гуманитарных, так и естественных специальностей. В настоящей публикации представлены фрагменты анализа более, чем трех сотен текстов работ начинающих и молодых исследователей.

Общее представление о содержании выполненного исследования практически всегда можно получить из текста введения. Во введении должны быть представлены обоснование актуальности

выбранного направления, указание на объект, предмет, цель и задачи. Корректная формулировка основных положений исследования не только значительно повышает содержательность остального текста работы, но и позволяет стороннему эксперту адекватно понять его сущность.

К сожалению, наибольшее число ошибок допускается при формулировке объекта исследования и его целевых установок.

Типичной ошибкой при обозначении объекта исследования является указание сущностей, не имеющих отношение к предмету информатики. Примерами таких формулировок являются:

- система контроля доступа на территорию ...;
- искусственные источники света...;
- коэффициент пульсаций источников искусственного освещения...;
- процедуры оказания услуг пользователям библиотеки...;
- занятия по (...дисциплина) с использованием (указаны программное или аппаратное обеспечение компьютера) ...

Ни один из перечисленных содержательных компонентов не является предметом изучения информатики. Тогда как автоматизированные системы контроля доступа или программные компьютерные системы управления освещением и т. п. вполне могут быть выбраны в качестве объекта исследования по информатике и (или) информационным технологиям. Один из распространенных ошибочных выборов объекта исследования по информатике – выбор педагогических аспектов. Однако педагогика не является аспектом информатики. К сожалению, неопытные педагоги-исследователи путают частные методики, в которых, несомненно, присутствуют информационные технологии, с собственно информатикой.

Самой частой ошибкой формулировок целевых установок является определение результатов как итога, достижение которого невозможно проверить. Если цель – это предполагаемый результат, то как проверить результат выполнения целевой установки:

- ... изучить основы библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV;
- ... изучить литературу по основам 3D печати;
- ... рассмотреть необходимость и целесообразность...;
- ... повысить безопасность пропускной системы ... путем внедрения автоматизированной системы контроля ...;
- ... измерить коэффициент пульсаций источников...

Подобные формулировки целей и задач продолжают встречаться в работах всех категорий исследователей. Одна из ошибок – заранее сформулированное утверждение результатов исследования или выдвижение целей из «области» других дисциплин, например, физики или химии. Второй вид ошибок – выдвижение возможного результата, выполнение которого невозможно проверить. Что является результатом «рассмотрения» или «изучения»? Один из самых распространенных видов ошибок – формулировки, появлению которых способствуют педагоги, для которых не должно быть чуждо понятие «таксономия целей обучения», описанное в работах различных авторов (см., например, Б. С. Блум [1], К. Биггс и Д. Коллис [2], И. Я. Лернер [3] и В. П. Беспалько [4], А. В. Хуторской и др.

Для выбора основных положений одного из видов исследовательской работы – реферата по дисциплине «Основы информационных технологий» на кафедре прикладной математики и информатики БрГУ имени А. С. Пушкина разработан электронный учебно-методический комплекс с одноименным названием [5]. В ходе дистанционного обучения с использованием указанного комплекса студенты второй ступени высшего образования получают консультации для исключения ошибок, некоторые из которых описаны выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таксономия Блума (таблица). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alterozoom.com/ru/documents/43725.html>. – Дата доступа: 13.01.2020.
2. Классификация целей SOLO. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eduspace.pro/solo-goal>. – Дата доступа: 14.01.2020.
3. Идея целеполагания в дидактической концепции И. Я. Лернера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ideya-tselepolaganiya-v-didakticheskoy-kontseptsii-i-ya-lernera>. – Дата доступа: 16.01.2020.
4. Таксономия уровней усвоения знаний В. П. Беспалько. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/blog/taksonomiiia-urovnei-usvoeniia-znaniiv-p-biespal-ko.html>. – Дата доступа: 15.01.2020.
5. Основы информационных технологий (магистратура). Гостевой доступ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moodle.brsu.by/enrol/index.php?id=9>. – Дата доступа: 15.01.2020.

N. G. KRYLOVA^{1,2}, YA. A. VOYNOVA³, E. M. OVSIYUK⁴, V. BALAN⁵

¹Belarusian state agrarian technical university (Minsk, Belarus)

²Belarusian state university (Minsk, Belarus)

³B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Science (Minsk, Belarus)

⁴Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin (Mozyr, Belarus)

⁵University Politehnica of Bucharest (Bucharest, Romania)

APPLICATION OF GEOMETRICAL METHODS TO STUDY THE SPIN 1 PARTICLE WITH ELECTRIC QUADRUPOLE MOMENT IN THE COULOMB FIELD

The quantum-mechanical problem for a spin 1 particles with electric quadrupole moment in the presence of external Coulomb field was studied in [1]. The system of two second-order differential equations for two radial functions of spin 1 particle with electric quadrupole moment was obtained in non-relativistic approximation from a relativistic Duffing-Kemmer like equation by diagonalization of the operators of particle energy and total angular momentum and of the spatial inversion operator. In this study we apply Kosambi–Cartan–Chern geometrical approach (KCC-theory) to investigate this system. KCC-theory was developed in detail in many mathematical books and papers [2]. At that, a system of differential equations of second order is considered:

$$\dot{y}^i(r) + 2Q^i(r, x, y) = 0. \quad (1)$$

In (1), the symbol x^i designates coordinates, their derivatives in argument r are $y^i = dx^i/dr = \dot{x}^i$, and quantities Q_i are determined through some Lagrangian L as

$$Q^i = \frac{1}{4} g^{ij} \left(\frac{\partial^2 L}{\partial x^k \partial y^j} y^k - \frac{\partial L}{\partial x^i} + \frac{\partial^2 L}{\partial y^i \partial r} \right), \quad g_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 L}{\partial y^i \partial y^j}. \quad (2)$$

The first and second invariants, $\varepsilon^i(r, x, y)$ and P_j^i are introduced by the definitions

$$\varepsilon^i = \frac{\partial Q^i}{\partial y^j} y^j - 2Q^i, \quad P_j^i = 2 \frac{\partial Q^i}{\partial x^j} + 2Q^s \frac{\partial^2 Q^i}{\partial y^j \partial y^s} - \frac{\partial^2 Q^i}{\partial y^j \partial x^s} y^s - \frac{\partial Q^i}{\partial y^s} \frac{\partial Q^s}{\partial y^j} - \frac{\partial^2 Q^i}{\partial y^j \partial r}. \quad (3)$$

We start from the system of two second-order differential equations for two radial functions of spin 1 particle with electric quadrupole moment in the external Coulomb field:

$$\begin{aligned} \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} + 2m \frac{\alpha + Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} - \frac{2\Gamma}{r^3} - \frac{\Gamma^2}{r^4} \right) \Psi_1(r) - \nu \frac{2r + \Gamma}{r^3} \Psi_2(r) &= 0, \\ \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} + 2m \frac{\alpha + Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} - \frac{2}{r^2} \right) \Psi_2(r) - 2\nu \frac{2r + \Gamma}{r^3} \Psi_1(r) &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

We will apply the notations $x^i = \Psi_i(r)$, $y^i = (d/dr)\Psi_i(r) = \dot{\Psi}_i(r)$. Comparing equations (4) and (1), one finds the quantities Q^i :

$$\begin{aligned} Q^1(r, \Psi_i, \dot{\Psi}_i) &= \left(Em + \frac{\alpha m}{r} - \frac{\Gamma^2}{2r^4} - \frac{\Gamma}{r^3} - \frac{\nu^2}{r^2} \right) \Psi_1 - \nu \frac{(\Gamma + 2r)}{2r^3} \Psi_2 + \frac{1}{r} \dot{\Psi}_1, \\ Q^2(r, \Psi_i, \dot{\Psi}_i) &= \left(Em + \frac{\alpha m}{r} - \frac{\nu^2}{r^2} - \frac{1}{r^2} \right) \Psi_2 - \nu \frac{(\Gamma + 2r)}{r^3} \Psi_1 + \frac{1}{r} \dot{\Psi}_2. \end{aligned} \quad (5)$$

Direct calculations according the formula (3) give the first and second KCC-invariants:

$$\begin{aligned} \varepsilon^1 &= \Psi_1 \left(-2Em - \frac{2\alpha m}{r} + \frac{\Gamma^2}{r^4} + \frac{2\Gamma}{r^3} + \frac{2\nu^2}{r^2} \right) + \nu \Psi_2 \left(\frac{\Gamma}{r^3} + \frac{2}{r^2} \right) - \frac{\dot{\Psi}_1}{r}, \\ \varepsilon^2 &= 2\Psi_2 \left(-Em - \frac{\alpha m}{r} + \frac{\nu^2 + 1}{r^2} \right) + 2\nu \Psi_1 \left(\frac{\Gamma}{r^3} + \frac{2}{r^2} \right) - \frac{\dot{\Psi}_2}{r}; \end{aligned} \quad (6)$$

$$P_j^i = \begin{vmatrix} \frac{\Gamma^2}{r^4} - \frac{2\Gamma}{r^3} - \frac{2\nu^2}{r^2} + 2Em + \frac{2m\alpha}{r} & -\frac{\nu(2r+\Gamma)}{r^3} \\ -\frac{2\nu(2r+\Gamma)}{r^3} & 2Em + \frac{2\alpha m}{r} - \frac{2(\nu^2+1)}{r^2} \end{vmatrix}. \quad (7)$$

The eigenvalues Λ_1, Λ_2 of the second invariant are given by the formulas

$$\Lambda_{1,2} = 2Em + \frac{2\alpha m}{r} - \frac{\Gamma^2}{2r^4} - \frac{\Gamma}{r^3} - \frac{2\nu^2+1}{r^2} \pm \frac{\sqrt{(\Gamma^2 - 2r^2 + 2\Gamma r)^2 + 8\nu^2 r^2 (\Gamma + 2r)^2}}{2r^4}. \quad (8)$$

In Fig. 1 the dependencies of eigenvalues Λ_1, Λ_2 at different j are shown.

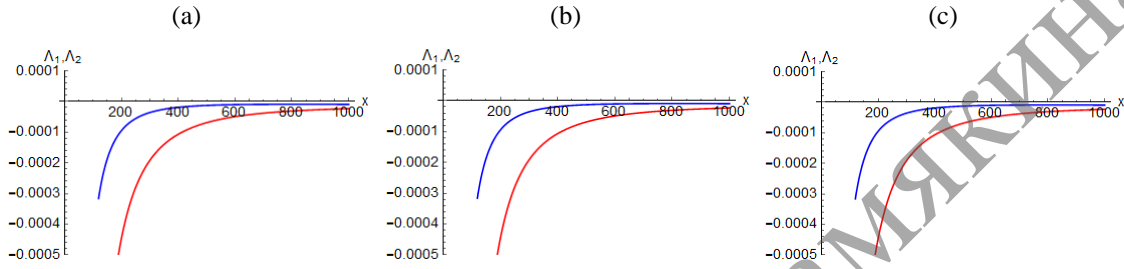


Figure 1. The dependencies of eigenvalues Λ_1 (red) and Λ_2 (blue) on radial coordinate ($x = mr$) at different j : (a) $j=1$, (b) $j=2$, (c) $j=3$. We used the following parameters: $\Gamma m = 1$, $E/m = -0.000009$.

Let study the behavior of the eigenvalues Λ^i near the singular points $r=0$, $r=\infty$. It was found out that

$$r \rightarrow 0, \Lambda^1 \rightarrow -\frac{2}{r^2} < 0, \Lambda^2 \rightarrow -\frac{\Gamma^2}{r^4} < 0; \quad r \rightarrow \infty, \Lambda^1, \Lambda^2 \rightarrow 2Em < 0. \quad (9)$$

Since the real parts of all eigenvalues of the 2-nd KCC-invariant are negative, the different branches of the solution converges near the singular points $r=0, \infty$. This correlates with behavior of solutions near the points $r=0, \infty$ for quantum mechanical states (discrete spectra).

We constructed a Lagrangian function L for the phase space $\dot{\psi}_i, \psi_i$, defined by (5). The function has been found in the form

$$L = 2r^2(y^1)^2 + r^2(y^2)^2 + 4x^1 y^1 \left(\frac{2}{3} Emr^3 + \alpha mr^2 + \frac{\Gamma^2}{r} - 2\Gamma \ln r - 2\nu^2 r \right) + \frac{2}{3} rx^2 y^2 (mr(3\alpha + 2Er) - 6(\nu^2 + 1)) - 4\nu(x^2 y^1 + x^1 y^2)(\Gamma \ln r + 2r) + y^1 \frac{\partial \varphi}{\partial x^1} + y^2 \frac{\partial \varphi}{\partial x^2}, \quad \varphi = \varphi(x^1, x^2), \quad (10)$$

where φ is some arbitrary scalar function. So, there exist some freedom in choosing the Lagrangian.

Therefore, we apply the geometrical KCC-based method to study the quantum-mechanical problem of spin 1 particle with electric quadrupole moment in the external Coulomb field. The first and the second invariants were calculated. It has been shown that the different branches of the solution converges near the singular points $r=\infty$, $r=0$. The Lagrangian corresponding to the geometrical problem has been found. It has been shown that the Lagrangian possesses the arbitrariness up to some special term, which may be considered as specific gauge freedom.

ЛИТЕРАТУРА

1. Spin 1 particle with additional electromagnetic moments in the Coulomb field / N. G. Krylova, Ya. A. Voynova, A. D. Koral'kov, E. M. Ovsyuk, V. Balan // 18th International Workshop on New Approaches to High-Tech: Nano-Design, Technology, Computer Simulations NDTCS-2019, September 24-27, 2019, Brest, Belarus (in press).
2. Differential geometry of the second order and applications: Miron-Atanasiu theory / Gh. Atanasiu [et al]. – URSS, Moscow, 2010. – P. 256. (In Russian)

N. G. KRYLOVA^{1,2}, YA. A. VOYNOVA³, E. M. OVSIYUK⁴, V. BALAN⁵

¹Belarusian state agrarian technical university (Minsk, Belarus)

²Belarusian state university (Minsk, Belarus)

³B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Science (Minsk, Belarus)

⁴Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin (Mozyr, Belarus)

⁵University Politehnica of Bucharest (Bucharest, Romania)

GEOMETRIZATION FOR A QUANTUM-MECHANICAL PROBLEM OF THE SPIN 1 PARTICLE WITH ANOMALOUS MAGNETIC MOMENT IN THE COULOMB FIELD

In [1] the quantum-mechanical problem for a spin 1 particles with anomalous magnetic in the presence of external Coulomb field was studied and the system of radial equations was obtained. It was shown that the system cannot be solved completely even in the case of ordinary particle without additional electromagnetic moments. To simplify the problem, restriction to non-relativistic equations was performed and the system of two 4-th order ordinary differential equations was found out. Its Frobenius solutions were constructed and transcendental solutions and corresponding energy spectra were found. However, the problem cannot be considered as studied exhaustively.

In this study the problem of spin 1 particle with anomalous magnetic moment in the external Coulomb field are considered in non-relativistic approximation using Kosambi–Cartan–Chern geometrical approach (KCC-theory) [2]. In this approach, one considers a system of second order differential equations

$$\dot{y}^i(r) + 2Q^i(r, x, y) = 0, \quad (1)$$

which corresponds to the the Euler-Lagrange equations for some dynamical system with Lagrangian L . In (1), the symbol x^i designates coordinates, their derivatives in argument r are $y^i = dx^i/dr = \dot{x}^i$, and the quantities Q_i are determined through some Lagrangian L as follows

$$Q^i = \frac{1}{4} g^{il} \left(\frac{\partial^2 L}{\partial x^k \partial y^l} y^k - \frac{\partial L}{\partial x^i} + \frac{\partial^2 L}{\partial y^l \partial r} \right), \quad g_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 L}{\partial y^i \partial y^j}. \quad (2)$$

The first and second invariants, $\varepsilon^i(r, x, y)$ and P_j^i are introduced by the definitions

$$\varepsilon^i = \frac{\partial Q^i}{\partial y^j} y^j - 2Q^i, \quad P_j^i = 2 \frac{\partial Q^i}{\partial x^j} + 2Q^s \frac{\partial^2 Q^i}{\partial y^j \partial y^s} - \frac{\partial^2 Q^i}{\partial y^j \partial x^s} y^s - \frac{\partial Q^i}{\partial y^s} \frac{\partial Q^s}{\partial y^j} - \frac{\partial^2 Q^i}{\partial y^j \partial r}. \quad (3)$$

The second invariant P_j^i relates to Jacobi stability of dynamical system. A pencil of geodesic curves from the some point r_0 converges (or diverges) if the real parts of all eigenvalues of the invariant P_j^i are negative (or positive) ones.

We start with the known radial system [1] of two second-order differential equations for two radial functions, which arises when considering a non-relativistic spin 1 particle with anomalous magnetic moment in the external Coulomb field. In the explicit form the system can be presented as

$$\begin{aligned} \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} + 2m \frac{\alpha + Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} \right) \Psi_1(r) - \nu \frac{2r + \Gamma}{r^3} \Psi_2(r) &= 0, \\ \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} + 2m \frac{\alpha + Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} - \frac{2}{r^2} - \frac{4\Gamma}{r^3} - \frac{\Gamma^2}{r^4} \right) \Psi_2(r) - 2\nu \frac{2r + \Gamma}{r^3} \Psi_1(r) &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

We follow the case of bound states, so assuming $\nu = \sqrt{j(j+1)/2}$, $j = 1, 2, 3, \dots$. Let apply the notations $x^i = \Psi_i(r)$, $y^i = (d/dr)\Psi_i(r) = \dot{\Psi}_i(r)$. Then comparing equations (4) and (1), one finds the relevant quantities Q^i :

$$\begin{aligned} Q^1(r, \Psi_i, \dot{\Psi}_i) &= \frac{1}{2} \left(\frac{2}{r} \dot{\Psi}_1 + \left(2m \frac{\alpha + Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} \right) \Psi_1 - \nu \frac{2r + \Gamma}{r^3} \Psi_2 \right), \\ Q^2(r, \Psi_i, \dot{\Psi}_i) &= \frac{1}{2} \left(\frac{2}{r} \dot{\Psi}_2 + \left(2m \frac{\alpha + Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} - \frac{2}{r^2} - \frac{4\Gamma}{r^3} - \frac{\Gamma^2}{r^4} \right) \Psi_2 - 2\nu \frac{2r + \Gamma}{r^3} \Psi_1 \right). \end{aligned} \quad (5)$$

By direct calculation according the formulas (3), we calculate both invariants:

$$\varepsilon^1 = \frac{\nu\Psi_2(\Gamma+2r)}{r^3} + \Psi_1\left(-2mE + \frac{2\nu^2}{r^2} - \frac{2m\alpha}{r}\right) - \frac{\dot{\Psi}_1}{r}, \quad (6)$$

$$\varepsilon^2 = \frac{2\nu\Psi_1(\Gamma+2r)}{r^3} + \Psi_2\left(-2mE + \frac{\Gamma^2}{r^4} + \frac{4\Gamma}{r^3} + \frac{2(\nu^2+1)}{r^2} - \frac{2m\alpha}{r}\right) - \frac{\dot{\Psi}_2}{r};$$

$$P_j^i = \begin{vmatrix} 2m\frac{\alpha+Er}{r} - \frac{2\nu^2}{r^2} & -\frac{(2r+\Gamma)\nu}{r^3} \\ -\frac{2(2r+\Gamma)\nu}{r^3} & -\frac{\Gamma^2}{r^4} - \frac{4\Gamma}{r^3} + 2m\frac{\alpha+Er}{r} - \frac{2(\nu^2+1)}{r^2} \end{vmatrix}. \quad (7)$$

The eigenvalues Λ_1, Λ_2 of the second invariant P_j^i are given by the formulas

$$\Lambda_{1,2} = 2mE + \frac{1-2\nu^2}{r^2} - \left(\frac{(\Gamma+2r)^2}{2r^4} \pm \frac{\sqrt{(\Gamma^2+2r^2+4\Gamma r)^2 + 8\nu^2 r^2 (\Gamma+2r)^2}}{2r^4} \right) + \frac{2m\alpha}{r}. \quad (8)$$

Typical behavior of eigenvalues at different j is presented in Fig. 1. Let us specify their behavior near the singular points $r=0$, $r=\infty$, and $r=-\Gamma/2$:

$$r \rightarrow 0, \Lambda_1 \rightarrow \frac{2m\alpha}{r} > 0, \Lambda_2 \rightarrow -\frac{\Gamma^2}{r^4} < 0; \quad r \rightarrow \infty, \Lambda_1, \Lambda_2 \rightarrow 2mE < 0; \quad (9)$$

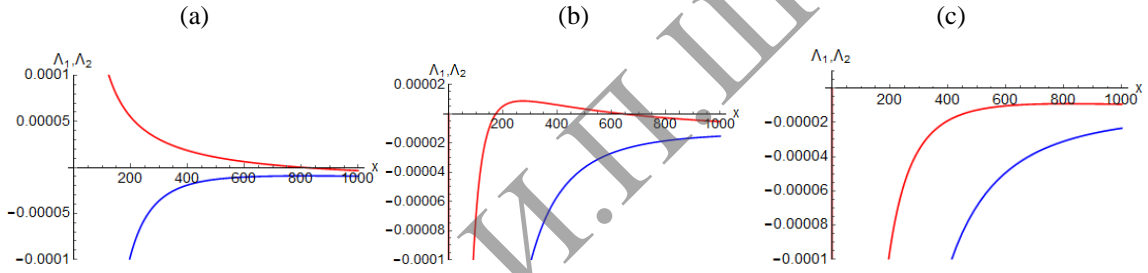


Figure 1. The dependencies of eigenvalues Λ_1 (red) and Λ_2 (blue) on radial coordinate ($x = mr$) at different j : (a) $j=1$, (b) $j=2$, (c) $j=3$. We used the following parameters: $\Gamma m=1$, $E/m=-0.000009$.

$$r \rightarrow -\frac{\Gamma}{2}, \Lambda_1 \rightarrow 2mE - \frac{8\nu^2}{\Gamma^2} - \frac{4m\alpha}{\Gamma} < 0, \quad \Lambda_2 \rightarrow 2mE - \frac{8(\nu^2-1)}{\Gamma^2} - \frac{4m\alpha}{\Gamma} < 0. \quad (10)$$

Behavior of the real parts of eigenvalues near the singular points $r=0, \infty, -\Gamma/2$ correlates with the properties of solutions near these points for quantum mechanical bound states.

The next step is to construct a Lagrangian function L for the phase space $\dot{\Psi}_i, \Psi_i$, defined by (5). We will search for the function in the form

$$L = g_{ij}(r)y^i y^j + b_j(r, x)y^j, \quad b_j(r, x) = h_{ij}(r)x^i. \quad (11)$$

Substituting (11) into (2) and assuming that the tensor g_{ij} is diagonal ($g_{12} = g_{21} = 0$), we derive

$$Q^1 = \frac{1}{4g_{11}} \left(2\dot{g}_{11}y^1 + \frac{\partial b_1}{\partial r} + \left(\frac{\partial b_1}{\partial x^2} - \frac{\partial b_2}{\partial x^1} \right) y^2 \right), \quad Q^2 = \frac{1}{4g_{22}} \left(2\dot{g}_{22}y^2 + \frac{\partial b_2}{\partial r} + \left(\frac{\partial b_2}{\partial x^1} - \frac{\partial b_1}{\partial x^2} \right) y^1 \right). \quad (12)$$

Equating the terms from (5) to the corresponding terms from (12), we obtain the system of equations with respect to $g_{ij}(r)$ and $b_j(r, x)$:

$$\frac{\partial b_1}{\partial x^2} - \frac{\partial b_2}{\partial x^1} = 0, \quad \frac{\dot{g}_{11}}{2g_{11}} = \frac{1}{r}, \quad \frac{\dot{g}_{22}}{2g_{22}} = \frac{1}{r}, \quad \frac{1}{4g_1} \frac{\partial b_1}{\partial r} = \frac{x^1 (r(2m\alpha + 2mEr) - 2\nu^2)}{2r^2} - \frac{\nu x^2 (\Gamma + 2r)}{2r^3},$$

$$\frac{1}{4g_2} \frac{\partial b_2}{\partial r} = -\frac{\nu x^1 (\Gamma + 2r)}{r^3} - \frac{x^2 (\Gamma^2 + r^2 (2\nu^2 - 2mr(Er + \alpha) + 2) + 4\Gamma r)}{2r^4}.$$

Its solution is given by the formulas:

$$g_{11} = 2C_1 r^2, g_{22} = C_1 r^2,$$

$$b_1 = B_1(x^1, x^2) - 4C_1 \left\{ r x^1 \left[2\nu^2 - \frac{2mEr^2}{3} - m\alpha \right] + \nu x^2 (\Gamma \ln r + 2r) \right\},$$

$$b_2 = B_2(x^1, x^2) - 4C_1 \left\{ x^2 \left[-\frac{\Gamma^2}{2r} + r(\nu^2 + 1) \right] + \frac{mEr^3}{3} - \frac{m\alpha r^2}{2} + 2\Gamma \ln r \right\} + \nu x^1 (\Gamma \ln r + 2r),$$

where C_1 is the arbitrary constant. Functions $B_1(x^1, x^2)$ and $B_2(x^1, x^2)$ obey the restriction

$$\frac{\partial B_1(x^1, x^2)}{\partial x^2} - \frac{\partial B_2(x^1, x^2)}{\partial x^1} = 0. \quad (13)$$

So, 2-dimensional vector field B_1, B_2 can be presented as a gradient of a scalar function

$$B_1(x^1, x^2) = \frac{\partial}{\partial x^1} \varphi(x^1, x^2), \quad B_2(x^1, x^2) = \frac{\partial}{\partial x^2} \varphi(x^1, x^2), \quad B_i = \text{grad } \varphi. \quad (14)$$

Therefore, there exist some freedom in choosing the Lagrangian (the constant C_1 may be taken as 1):

$$L = 2r^2 (y^1)^2 + r^2 (y^2)^2 + \left(\frac{2\Gamma^2}{r} + \frac{4}{3} mEr^3 + 2m\alpha r^2 - 4(\nu^2 + 1)r - 8\Gamma \ln r \right) x^2 y^2 -$$

$$-4\nu(\Gamma \ln r + 2r)x^1 y^2 - 4\nu(\Gamma \ln r + 2r)x^2 y^1 - r(8\nu^2 - \frac{8mEr^2}{3} - 4m\alpha r)x^1 y^1 + y^1 \frac{\partial \varphi}{\partial x^1} + y^2 \frac{\partial \varphi}{\partial x^2}. \quad (15)$$

Concluding, we have used a geometrical KCC-based method to study the quantum-mechanical problem of spin 1 particle with anomalous magnetic moment in the external Coulomb field. The KCC-invariants were calculated. It has been shown that the different branches of the solution converges near the singular points $\infty, -\Gamma/2$, and may converge either diverge near the singular points $r=0$. This correlates with behavior of solutions near these points for quantum mechanical bound states. The Lagrangian corresponding to the geometrical problem has been found, it is demonstrated to have the arbitrariness up to some special term, which may be considered as specific gauge freedom.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войнова, Я. А. Частица со спином 1 и аномальным магнитным моментом в кулоновском поле, нерелятивистская теория / Я. А. Войнова // 18th International Workshop on New Approaches to High-Tech: Nano-Design, Technology, Computer Simulations NDTCS-2019, September 24-27, 2019, Brest, Belarus (in press).
2. Differential geometry of the second order and applications: Miron-Atanasiu theory / Gh. Atanasiu [et al]. – URSS, Moscow, 2010. – P. 256. (In Russian)

Г. В. КУЛАК, Т. В. НИКОЛАЕНКО, А. Г. МАТВЕЕВА
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Введение. Оптико-акустические (ОА) источники ультразвуковых (УЗ) волн имеют ряд преимуществ перед традиционными (пьезоэлектрическими и электромагнитно-акустическими), включая отсутствие контакта со средой, возможность легкого изменения геометрических параметров акустической антенны, диагностики объектов, движущихся с любой скоростью [1–5]. Для возбуждения коротких акустических импульсов перспективно применение ОА методов при импульсном лазерном воздействии [2, 3]. Среди режимов генерации поверхностных акустических волн (ПАВ) предпочтительным является именно термоупругий режим, реализуемый в отсутствие абляции материала и минимальном шумовом фоне, создаваемым продольной и сдвиговой составляющими ПАВ [1–3]. Возбуждение ПАВ Рэлея при поглощении лазерных импульсов наносекундной длительности в материале из плавленого кварца исследовано в работе [4]. Рассмотрены особенности диагностики неоднородностей в виде полосок из золота на поверхности плавленого кварца.

Схема возбуждения и рассеяния ПАВ поверхностным дефектом, имеющим форму трапеции, представлена на рисунок 1.

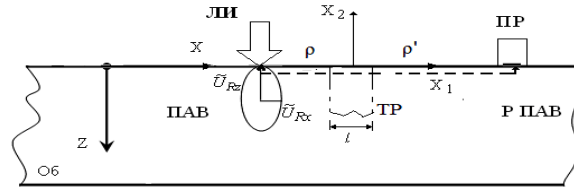


Рисунок 1. – Схема рассеяния ПАВ на трещине, имеющей форму трапеции (Об – образец, ПАВ – падающая УЗ волна, Р ПАВ – рассеянная УЗ волна, ЛИ – лазерный импульс; ПР – приемник УЗ волны; ТР – трещина, l – ширина трещины, ρ – расстояние от центра лазерного пятна до центра трещины, ρ' – расстояние от центра трещины до приемника рассеянной ПАВ)

Теоретические результаты и обсуждение. Поверхностный дефект сечением в форме трещины имеет ширину l и находится на расстоянии ρ от центра лазерного луча и на расстоянии ρ' от приемника рассеянной ПАВ (рисунок 1). Область возбуждения гиперзвука имеет форму круга радиусом a [5]. Лазерный импульс длительностью τ распространяется вдоль оси Z и возбуждает высокочастотные УЗ волны разной поляризации и пространственно-углового распределения. Предположим, что ОА возбуждение осуществляется в термоупругом (линейном) режиме [1], причем лазерный импульс имеет гауссово амплитудное распределение во времени – $f(t) = \exp(-t^2/\tau^2)$. Тогда гауссов акустический импульс имеет длительность τ_a превосходящую длительность лазерного импульса. УЗ импульс затухает в пространстве при наличии поглощения среды с коэффициентом поглощения $\alpha_s = \Gamma\Omega^2$, где Γ – некоторый коэффициент, зависящий от рода материала и его физических свойств. Импульс УЗ смещений ПАВ имеет ширину спектра $\Delta\Omega \sim 1/\tau_a$ и центральную частоту $\Omega \sim \Delta\Omega$. Частотный спектр гауссового акустического импульса, возбуждаемого на поверхности твердого тела, имеет вид: $F(\Omega) = \tau_a \sqrt{\pi} \exp(-\tau_a^2 \Omega^2 / 4)$, где Ω – круговая частота УЗ волны. Фурье-спектр составляющих рэлеевской ПАВ вдоль Z - и X - направлений имеет вид [5]:

$$\tilde{U}_{Rz}(\Omega) = \frac{P_f \pi r^2 F(\Omega) \eta^2 e^{-\alpha_s \rho}}{2\mu} \sqrt{\frac{2k_R}{\pi\phi}} \frac{\sqrt{1-\gamma^2\eta^2}}{C_0} \frac{J_1(k_R a)}{k_R a} e^{i(k_R \rho - \Omega t - \pi/4)}, \quad (1)$$

$$\tilde{U}_{Rz}(\Omega) = \frac{\tilde{U}_{Rz}(\Omega) \left(1 - \frac{\eta^2}{2}\right)}{\sqrt{1-\gamma^2\eta^2}}, \quad (2)$$

где P_f – давление на поверхность твердого тела в области лазерного воздействия; ρ – расстояние от центра УЗ возбуждения до рассеивающего центра; $J_1(x)$ – функция Бесселя первого рода и первого порядка; $k_R = \Omega/\nu_R$, ν_R – фазовая скорость ПАВ, $\eta = (0,87 + 1,12\nu)/(1 + \nu)$, причем ν – коэффициент Пуассона; $\gamma = \mu/(\lambda + 2\mu)$, где λ, μ – постоянные Ламе;

$$C_0 = 2(2 - \eta^2) - \frac{C_1}{C_2} - \frac{C_2}{C_1} - 2C_1 C_2, \quad (3)$$

где $C_1 = \sqrt{1-\eta^2}$, $C_2 = \sqrt{1-\eta^2\gamma^2}$. Отметим, что частотно-угловое распределение поверхностных УЗ волн, возбуждаемых лазерными импульсами, определяется функцией дифракции на области возбуждения в форме круга и частотным спектром падающей акустической волны, то есть $F(\Omega)J_1(k_R a)/k_R a$.

Падающая рэлеевская УЗ волна частотой Ω направляется на дефекта и рассеивается на нем в прямом ($x_1 > 0$) или обратном ($x_1 < 0$) направлении. С использованием двумерной функции Грина в плоскости $X_1 X_2$ (в системе координат $X_1 X_2 X_3$) амплитуду рассеянной ПАВ можно найти из выражения [6]:

$$U_{Ri}^{sc}(r') = -\int_s n_p(r') C_{jpmn} \frac{\partial}{\partial x_n} G_{im}(r, r') [U_{Rj}(r)] dS_r, \quad (4)$$

где n_p – компоненты единичного вектора нормали к поверхности (S) трещины, C_{jpmn} – упругие модули материала; $[U_{Rj}(r)]$ – компоненты смещения в области открытой трещины, индуцированные ПАВ Рэлея; функция Грина для смещения в возбуждаемой волне имеет вид [6]:

$$G_{im}(r, r') = \sum_{\alpha=L,T} \left(\frac{i}{4\pi\mu} \right) \left(\frac{k_L}{k_T} \right)^2 \int_{-\infty}^{+\infty} (1-\xi^2)^{-1/2} d_i^\alpha(\xi) d_m^\alpha(\xi) e^{i(\alpha p(r-r'))} d\xi, \quad (5)$$

где k_L, k_T – волновые числа продольной и сдвиговой объемной УЗ волны в материале звукопровода; полагается, что векторы, входящие в (5), имеют вид:

$$p = \left(\xi, \sqrt{1-\xi^2} \right), \quad d^L = p, \quad d^T = [e_3 p](e_3 \| X_3).$$

Выполнив асимптотическую оценку интеграла (5) и подставив полученное выражение в (4), можно, произведя интегрирование по внутренней поверхности дефекта трапециевидной формы, получить выражение для компонент вектора смещений рассеянной ПАВ вида:

$$U_{Rx,z}^{sc} = \pm \sqrt{\frac{2}{\pi\mu' k_{L,T}}} e^{-i\pi/4} U_{Rz,x} Q_{L,T} I_{L,T}, \quad (6)$$

где

$$Q_L = -k_L^3 \lambda / 4k_T^2 \mu, \quad Q_T = k_T / 4, \quad I_{L,T} = \sin[l(\pm k_{L,T} + k_R) / 2] / (\pm k_{L,T} + k_R),$$

причем знак «+» в выражении (6) соответствует рассеянию ПАВ в прямом направлении, а знак «-» – рассеянию в обратном направлении.

Временная форма рассеянного акустического импульса определяется интегралом [1, 3]:

$$U_{Rx,z}^{sc}(\tilde{t}_R) = \int_{-\infty}^{+\infty} U_{Rx,z}^{sc}(\Omega) e^{-i\Omega \tilde{t}_R} d\Omega, \quad (7)$$

где $\tilde{t}_R = t - (\rho + \rho') / \eta v_s$.

Подставив выражения (6) в (7) и выполнив интегрирование численными методами, получим временную форму продольной ($U_{Rx}^{sc}(t)$) и поперечной ($U_{Rz}^{sc}(t)$) составляющих рассеянного акустического импульса рэлеевских УЗ волн в области приемника. При численных расчетах применялся алгоритм быстрого преобразования Фурье и метод сплайн-интерполяции.

Численные расчеты проводились для ПАВ Рэлея, распространяющейся по свободной поверхности материала, выполненного из стали (Fe). При этом полагалось, что $P_f = 100$ МПа, $v_l = 5900$ м/с, $v_s = 3200$ м/с, $a = 132$ мкм, $\lambda = 4,9 \cdot 10^{10}$ Па, $\mu = 7,84 \cdot 10^{10}$ Па, $\rho = 3$ мм, $\rho' = 10$ мм, $\Gamma = 10^{-10}$ с²/м. Предполагалось, что модельный дефект шириной l имеет плоскую границу и ориентирован вдоль оси ОХ.

На рисунке 2 представлена осциллограмма рассеянной ПАВ в прямом направлении при рассеянии на дефекте прямоугольной формы (трещина, рисунок 1)

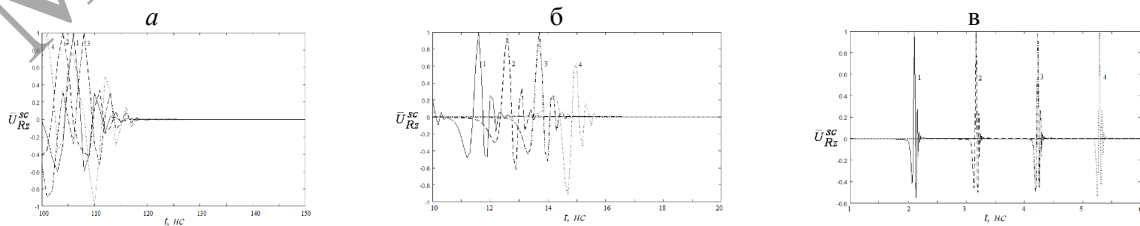


Рисунок 2. – Осциллограммы нормированной на максимальное значение поперечной составляющей \bar{U}_{Rz}^{sc} рэлеевской ПАВ, рассеянной в прямом направлении, от времени t при различных длительностях возбуждаемого акустического импульса $\tau_a=10$ нс (а), $\tau_a=100$ нс (б), $\tau_a=1000$ нс (в) и для различных ширин трещины l : 1-2, 2-4, 3-6, 4-8 мм ($\rho=3$ мм, $\rho'=10$ мм, $a=132$ мкм, Fe)

Из рисунка 2 следует, что вид осциллограмм изменяется при изменении расстояния до дефекта и его ширины l . С увеличением ширины трещины значительно изменяется форма вступительной и заключительной части импульса рассеянной ПАВ. С уменьшением длительности падающего акустического импульса τ_a достигается значительный временной интервал приема рассеянного импульса для разных длин трещины по сравнению с длительностью рассеянного импульса. При увеличении длины трещины на $\Delta l=2$ мм временной интервал увеличивается на $\Delta t=2,2$ нс.

На рисунке 3 представлена осциллограмма рассеянной ПАВ в прямом направлении при рассеянии на дефекте в форме трещины шириной l .

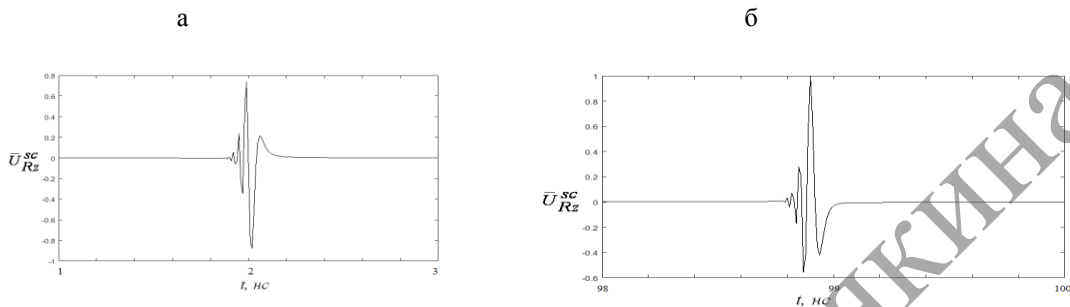


Рисунок 3. – Осциллограммы нормированной на максимальное значение поперечной составляющей \bar{U}_{Rz}^{sc} рэлеевской ПАВ, рассеянной в прямом направлении (а) и ПАВ, претерпевшей многократные отражения на границах трещины (б), от времени t ($\tau_a=10$ нс, $\rho=3$ мм, $\rho'=10$ мм, $a=2$ мм, $l=2$ мм, Fe)

Из рисунка 3 следует, что при наличии падающей ПАВ в области приемника возникают два импульса рассеянной ПАВ. Первый импульс с меньшей амплитудой имеет длительность $\sim 0,5$ нс. Второй импульс с максимальной амплитудой возникает с запаздыванием во времени на $\Delta t \approx 97$ нс. Его длительность несколько больше и составляет $\sim 0,7$ нс. С увеличением ширины трещины l временной интервал между импульсами Δt – уменьшается. Наличие временного интервала Δt связано, по-видимому, с многократными отражениями импульса ПАВ от границ трещины с последующим интерференционным усилением до максимального значения амплитуды рассеянного импульса в области приемника. При этом $\Delta t = nl/v_R$, где n – число отражений ПАВ от границ трещины. Для параметров на рисунке 3 число отражений $n \approx 10$. Аналогичные особенности рассеяния ПАВ имеют место для акустических импульсов больших длительностей ($\tau_a=100$ нс, $\tau_a=1000$ нс). При этом, однако, форма рассеянного импульса изменяется, а временной интервал Δt остается примерно тем же.

На рисунке 4 представлена зависимость амплитуды рассеянной ПАВ в прямом направлении при рассеянии на дефекте в форме трещины от параметра \tilde{t}_R .

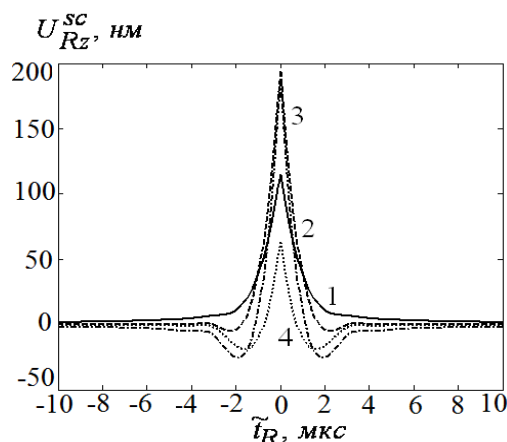


Рисунок 4. – Зависимость амплитуды поперечной составляющей U_{Rz}^{sc} импульса рэлеевских ПАВ при прямом рассеянии от времени \tilde{t}_R при различных длинах l : 1–2, 2–4, 3–6, 4–8 мм ($P_f=100$ МПа, $\rho=\rho'=10$ мм, $a=3$ мм, Fe)

Из рисунка 4 следует, что при увеличении длины трещины ($l = 2 - 8 \text{ мм}$), амплитуда рассеянного импульса вначале растёт, а при дальнейшем ее увеличении – уменьшается, достигая минимального значения при $l = 8 \text{ мм}$; при увеличении амплитуды длительность импульса – уменьшается. Данные особенности рассеяния связаны с резонансными свойствами рассеивающего центра, когда на его длине укладывается целое число полуволн ПАВ.

Заключение. Регистрация и контроль поверхностных дефектов в форме трещины может быть осуществлена с использованием эффектов рассеяния поверхностных акустических волн Рэлея в импульсном режиме и измерения временных интервалов рассеянных импульсов ПАВ. При этом использование достаточно коротких акустических импульсов позволяет по времени приема и форме рассеянного акустического импульса на поверхностном дефекте идентифицировать его размеры. С уменьшением длительности падающего акустического импульса начинает проявляться зависимость формы осциллограммы рассеянного импульса от радиуса лазерного пятна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, В. Э. Лазерная оптоакустика. / В. Э. Гусев, А. А. Карабутов. – М.: Наука, 1991. – 304 с.
2. Tam, A. C. Pulsed-laser generation of ultrashort acoustic pulses: Application for thin film ultrasonic measurement / A. C. Tam // Appl. Phys. Lett. – 1984. – V. 45, № 5. – P. 510–512.
3. Experimental study of laser-generated shear waves using interferometry / S. Y. Zang, E. M. Paul, S. Fassbender, [et. al.] // Res. Nondestr. Eval. – 1991. – V. 2. – P. 143–155.
4. Lin, H. N. Study of vibrational modes of gold nanostructures by picosecond ultrasonic / H. N. Lin, H. J. Maris, L. B. Freund // Appl. Phys. – 1993. – V. 73, – № 2. – P. 37–45.
5. Буденков, Г. А. Динамические задачи теории упругости / Г. А. Буденков, О. В. Недзвецкая. – М.: Физматлит, 2004. – 135 с.
6. Hirose, S. Ultrasonic Inversion for Determining crack in a solid / S. Hirose // J. of The Faculty of Environmental Science and Technology. – 1997. – V. 2, № 1. – P. 89–98.

А. Ю. КУЛЕШ, О. В. МАТЫСИК

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

ОСТАНОВ ПО МАЛОСТИ НЕВЯЗКИ В ИТЕРАЦИОННОЙ СХЕМЕ ЯВНОГО ТИПА РЕШЕНИЯ ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ

Для решения в гильбертовом пространстве H линейного операторного уравнения $Ax = y_\delta$, где A – ограниченный, положительный, самосопряжённый оператор в гильбертовом пространстве и $\|y - y_\delta\| \leq \delta$, предлагается итерационная процедура явного типа

$$x_{n+1,\delta} = (E - \alpha A^2)x_{n,\delta} + \alpha A y_\delta, \quad x_{0,\delta} = 0. \quad (1)$$

Здесь E – тождественный оператор. Рассматриваемая задача некорректна, так как $0 \in SpA$. Зададим уровень останова $\varepsilon > 0$ и момент останова m для метода (1) определим условиями [1, 2]:

$$\left. \begin{aligned} \|Ax_{n,\delta} - y_\delta\| > \varepsilon, \quad (n < m), \\ \|Ax_{m,\delta} - y_\delta\| \leq \varepsilon, \end{aligned} \right\} \varepsilon = b\delta, \quad b > 1. \quad (2)$$

Предполагаем, что при начальном приближении $x_{0,\delta}$ невязка достаточно велика, больше уровня останова ε , т. е. $\|Ax_{0,\delta} - y_\delta\| > \varepsilon$. Метод (1) с остановом (2) является сходящимся, если

$\lim_{\delta \rightarrow 0} \left(\inf_m \|x - x_{m,\delta}\| \right) = 0$. Рассмотрим семейство функций $g_n(\lambda) = \lambda^{-1} \left[1 - (1 - \alpha \lambda^2)^n \right]$. Нетрудно показать, что для $g_n(\lambda)$ выполняются следующие условия:

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} |g_n(\lambda)| \leq \gamma n^{1/2}, \quad n > 0, \quad 0 < \alpha \leq \frac{5}{4M^2} \left(\gamma = \left(\frac{5}{4} \right)^{1/2} 2\alpha^{1/2}, M = \|A\| \right),$$

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} |1 - \lambda g_n(\lambda)| \leq \gamma_0, \quad (\gamma_0 = 1), \quad 0 < \alpha < \frac{2}{M^2},$$

$$1 - \lambda g_n(\lambda) \rightarrow 0, n \rightarrow \infty, 0 < \alpha < \frac{2}{M^2}, \forall \lambda \in (0, M],$$

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} \lambda^s |1 - \lambda g_n(\lambda)| \leq \gamma_s n^{-s/2}, n > 0, 0 < \alpha \leq \frac{5}{4M^2}, 0 \leq s < \infty,$$

где $\gamma_s = \left(\frac{s}{2\alpha e}\right)^{s/2}$. Справедливы

Лемма 1. Пусть $A = A^* \geq 0, \|A\| \leq M$. Тогда для любого $w \in H$ $(E - Ag_n(A))w \rightarrow 0, n \rightarrow \infty$.

Лемма 2. Пусть $A = A^* \geq 0, \|A\| \leq M$. Тогда для $\forall v \in \overline{R(A)}$ имеет место соотношение $n^{s/2} \|A^s (E - Ag_n(A))v\| \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty, 0 \leq s < \infty$.

Лемма 3. Пусть $A = A^* \geq 0, \|A\| \leq M$. Если для некоторой последовательности $n_p < \bar{n} = \text{const}$ и $v_0 \in \overline{R(A)}$ при $p \rightarrow \infty$ имеем $w_p = A(E - Ag_{n_p}(A))v_0 \rightarrow 0$, то $v_p = (E - Ag_{n_p}(A))v_0 \rightarrow 0$.

Теорема 1. Пусть $A = A^* \geq 0, \|A\| \leq M$ и пусть момент останова $m = m(\delta)$ в (1) выбирается по правилу (2). Тогда $x_{m,\delta} \rightarrow x$ при $\delta \rightarrow 0$.

Теорема 2. Пусть выполнены условия теоремы 1 и пусть $x = A^s z, s > 0$. Тогда справедливы

оценки $m(\delta) \leq 1 + \frac{s+1}{2\alpha e} \left[\frac{\|z\|}{(b-1)\delta} \right]^{s+1},$

$$\|x_{m(\delta),\delta} - x\| \leq [(b+1)\delta]^{s+1} \|z\|^{\frac{s}{s+1}} + \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} 2\alpha^{\frac{1}{2}} \left\{ 1 + \frac{s+1}{2\alpha e} \left[\frac{\|z\|}{(b-1)\delta} \right]^{s+1} \right\}^{\frac{1}{2}} \delta. \quad (3)$$

Замечание 1. Порядок оценки (3) есть $O(\delta^{s/(s+1)})$ и, как следует из [1], он оптимален в классе задач с истокорпредставимыми решениями ($x = A^s z, s > 0$).

Замечание 2. Используемое в формулировке теоремы 2 предположение порядка $s > 0$ истокорпредставимости точного решения не потребуется на практике, так как оно не содержится в правиле останова (2). И, тем не менее, в теореме 2 утверждается, что будет автоматически выбрано количество итераций m , обеспечивающих оптимальный порядок погрешности. Но даже если информация об истокорпредставимости точного решения отсутствует, останова по малости невязки (2), как показывает теорема 1, обеспечивает сходимость метода, т. е. его регуляризующие свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайникко, Г. М. Итерационные процедуры в некорректных задачах / Г. М. Вайникко, А. Ю. Веретенников. – М. : Наука, 1986. – 178 с.
2. Матысик, О. В. Итерационная регуляризация некорректных задач / О. В. Матысик. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Acad. Publ., 2015. – 188 с.

Л. В. КУРКИНА

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

РАЗРАБОТКА НАСТОЛЬНОЙ ВЕРСИИ ПРИЛОЖЕНИЯ «ОРГАНАЙЗЕР»

Ручное ведение «блокнотов» и записей не дает эффективного использования, так как ручная обработка требует большего времени, чем машинная, причем с увеличением объема, уровень временных затрат увеличивается прогрессивно. При помощи программы «органайзер» человек (или организация) имеет под рукой набор нужных инструментов, централизованное управление и интегрирование данных и функций в единую систему управления всеми данными одновременно, не затрагивая расчеты как таковые, а работая напрямую с результатами, что значительно увеличивает эффективность и использование рабочего времени. Таким образом, работа по данной теме оправдывается значимостью и результативностью использования итогов разработки.

Была разработана настольная версия приложения «Органайзер» (рисунок 1), которая включает следующие возможности:

- регистрация и авторизация;
- управление контактами (добавление, поиск, обновление и удаление контактов);
- планирование дня (добавление, удаление, просмотр напоминаний).

При разработке приложения был использован язык программирования Java, т.к. независим от платформы и типа компьютера, на которой выполняются программы. Это становится очень важным, когда программы загружаются посредством глобальной сети интернет и используются на различных платформах [1].

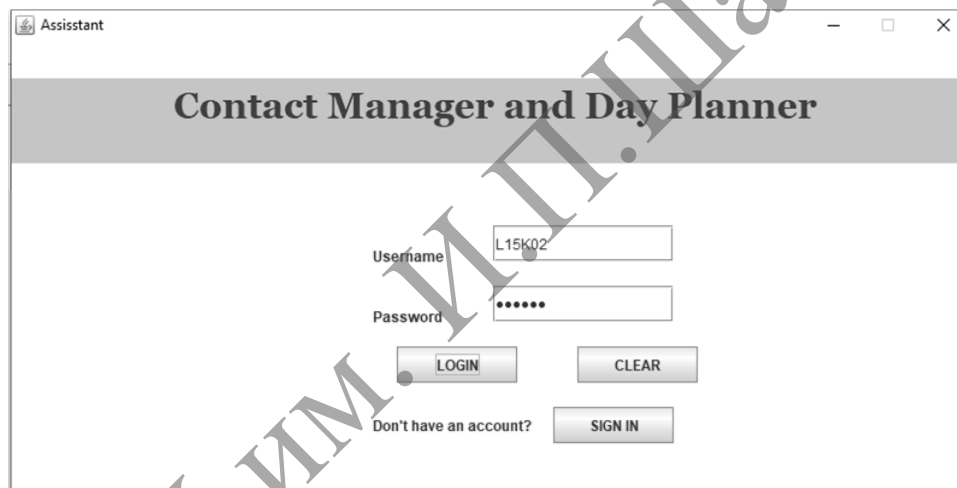


Рисунок 1. – Окно регистрации

В дальнейшем планируется разработать мобильное приложение и настроить синхронизацию между настольной и мобильной версией приложения «Органайзер».

ЛИТЕРАТУРА

1. Блох, Джошуа. Java: эффективное программирование / Джошуа Блох. – СПб.: Диалектика, 2019. – 466 с.

М. И. ЛЕВОНЮК, О. В. МАТЫСИК

УО БрГУ им. А.С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

ПРАВИЛО ОСТАНОВА ПО ПОПРАВКАМ В НЕЯВНОМ ИТЕРАЦИОННОМ МЕТОДЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ С НЕСАМОСОПРЯЖЕННЫМ ОПЕРАТОРОМ

В гильбертовом пространстве H решается задача $Ax = y$, где A – положительный ограниченный и несамосопряженный оператор. Используем неявную схему метода итераций

$$x_{n+1} = \left(E + \alpha^2 (A^* A)^2 \right)^{-1} \left[(E - \alpha A^* A)^2 x_n + 2\alpha A^* y \right], \alpha > 0, x_0 \in H. \quad (1)$$

В случае, когда правая часть y уравнения $Ax = y$ известна приближённо $\|y - y_\delta\| \leq \delta$, метод (1) примет вид

$$z_{n+1} = \left(E + \alpha^2 (A^* A)^2 \right)^{-1} \left[\left(E - \alpha A^* A \right)^2 z_n + 2\alpha A^* y_\delta \right] + \left(E + \alpha^2 (A^* A)^2 \right)^{-1} \left(E - \alpha A^* A \right)^2 u_n, \quad z_0 \in H, \alpha > 0, \quad (2)$$

где u_n — ошибки в вычислении итераций, причём $\|u_n\| \leq \beta$. Обозначим $C = \left(E + \alpha^2 (A^* A)^2 \right)^{-1} \left(E - \alpha A^* A \right)^2$, $B = \left(E + \alpha^2 (A^* A)^2 \right)^{-1} 2\alpha A^*$. Тогда метод (2) примет вид $z_{n+1} = Cz_n + By_\delta + Cu_n$.

Воспользуемся правилом останова по поправкам [1, 2]: определим момент m останова итерационного процесса условием

$$\left. \begin{aligned} \|z_n - z_{n+1}\| &> \varepsilon, \quad (n < m), \\ \|z_m - z_{m+1}\| &\leq \varepsilon, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где ε — заданное до начала вычислений положительное число (уровень останова). Покажем, что метод (2) с правилом останова (3) сходится. Справедливы

Лемма 1. Пусть приближение w_n определяется равенствами

$$w_0 = z_0, \quad w_{n+1} = Cw_n + By + Cu_n, \quad n \geq 0.$$

Тогда верно неравенство $\sum_{k=0}^n \|w_k - w_{k+1} + Cu_k\|^2 \leq \|w_0 - x\|^2 + \sum_{k=0}^{n-1} \|Cu_k\|^2$.

Лемма 2. При любом $w_0 \in H$ и любой последовательности ошибок $\{u_n\}$, удовлетворяющих условию $\|u_n\| \leq \beta$, выполняется неравенство $\liminf_{n \rightarrow \infty} \|w_n - w_{n+1}\| \leq 2\|C\|\beta$.

Леммы 1 и 2 доказываются аналогично подобным из [2].

Теорема. Пусть уровень останова $\varepsilon = \varepsilon(\delta, \beta)$ выбирается как функция от уровней δ и β норм погрешностей $y - y_\delta$ и u_n . Тогда выполняются следующие утверждения:

а) если $\varepsilon(\delta, \beta) > 2\|C\|\beta$, то момент останова m определён при любом начальном приближении $z_0 \in H$ и любых y_δ и u_n , удовлетворяющих условиям $\|y - y_\delta\| \leq \delta$, $\|u_n\| \leq \beta$;

б) если $\varepsilon(\delta, \beta) > \|B\|\delta + 2\|C\|\beta$, то справедлива оценка

$$m \leq \frac{\|z_0 - x\|^2}{(\varepsilon - \|B\|\delta)(\varepsilon - \|B\|\delta - 2\|C\|\beta)}$$

в) если, кроме того, $\varepsilon(\delta, \beta) \rightarrow 0$, $\delta, \beta \rightarrow 0$, и $\varepsilon(\delta, \beta) \geq d(\|B\|\delta + \|C\|\beta^p)$, $d > 1$, $p \in (0, 1)$, тогда $\lim_{\delta, \beta \rightarrow 0} \|z_m - x\| = 0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емелин, И. В. Правило останова в итерационных процедурах решения некорректных задач / И. В. Емелин, М. А. Красносельский // Автоматика и телемеханика. – 1978. – № 12. – С. 59–63.
2. Матысик, О. В. Явные и неявные итерационные процедуры решения некорректно поставленных задач / О. В. Матысик. – Брест : БрГУ им. А. С. Пушкина, 2014. – 213 с.

С. А. ЛУКАШЕВИЧ, А. А. ГУЗОВЕЦ, С. И. ЛЕНДЕНКОВА
УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОБЩЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ИНВАРИАНТНОСТИ

Главная идея, заключенная в принципах инвариантности [1], состоит в следующем: преобразования симметрии пространства–времени (евклидовы преобразования, сдвиги во времени, преобразования равномерного прямолинейного движения) изменяют координаты и время событий, но не изменяют сами события и отношения между ними.

Идея симметрии пространства–времени дает возможность:

– ретроспективно подойти к выяснению содержания классической теории механического движения;

– избежать попыток истолкования специальной теории относительности с позиций классических представлений о пространстве и времени.

Развитие идеи симметрии в теории механического движения осуществляется на теоретико-множественном и теоретико-групповом рассмотрении проблемы пространства–времени. Согласно теории множеств, пространство–время рассматривается как упорядоченное множество событий мира, т. е. множество, которое поделено *отношением порядка* « \leq » или *упорядочено отношением* « \leq ». Основой упорядочения множества событий является причинно-следственная связь между ними. Пространство–время обладает *структурой*, находящейся в единстве с причинно-следственной связью между событиями [2, с. 10].

Задачей физики является открытие законов физического мира. Открыть закон природы – это значит выявить закономерности упорядочения событий. Так как упорядочение событий есть предмет изучения геометрии [3], то структура пространства–времени должна рассматриваться как геометрический объект. Поэтому, руководствуясь принципами инвариантности – законами симметрии пространства–времени, мы можем выявить закономерности упорядочения событий, т.е. дедуктивно открыть законы, подчиняющиеся этим событиям.

В курсе теоретической механики после прохождения изучения принципов инвариантности необходимо изучить вариационный принцип Гамильтона. Релятивистское обобщение этого принципа позволяет построить законченную теорию механического движения дискретных систем и сделать выход в теорию непрерывных систем, прежде всего в теорию электромагнитного поля. А релятивистское обобщение оптико-механической аналогии приводит к полной системе дифференциальных уравнений оптико-волнового аспекта теории механического движения частицы, необходимых для постулирования уравнений квантовой механики.

Рассмотрим пример применения преобразования симметрии пространства и времени при изучении темы «Классические законы изменения динамических переменных».

Введем *3-мерный вектор упорядочения событий* $\vec{\eta}(t, x, y, z)$, который характеризует пространственно-временное состояние частицы. Осуществляя сдвиги и повороты в пространстве, легко находим приращение

$$\Delta \vec{\eta} = \frac{\partial \vec{\eta}}{\partial \vec{R}} \Delta \vec{R} + \frac{\partial \vec{\eta}}{\partial \vec{\varphi}} \Delta \vec{\varphi} \quad (1)$$

и производную

$$\dot{\vec{\eta}} = \frac{\partial \vec{\eta}}{\partial \vec{R}} \dot{\vec{R}} + \frac{\partial \vec{\eta}}{\partial \vec{\varphi}} \dot{\vec{\varphi}} \quad (2)$$

Вместе с этим получают операторы сдвига

$$\hat{T}_3 = e^{\frac{\partial}{\partial \vec{R}} \Delta \vec{R}} \quad (3)$$

и поворота

$$\widehat{Q}_3 = e^{\frac{\partial}{\partial \bar{\varphi}} \Delta \bar{\varphi}}, \quad (4)$$

а также их линейное приближение

$$\widehat{T}_3 = 1 + \frac{\partial}{\partial \bar{R}} \Delta \bar{R} \quad \text{и} \quad \widehat{Q}_3 = 1 + \frac{\partial}{\partial \bar{\varphi}} \Delta \bar{\varphi}. \quad (5)$$

Свойства этих операторов связываются с принципом суперпозиции (аксиомами линейного пространства).

Теперь показываем, что в однородном изотропном пространстве существуют законы изменения $\dot{\bar{\eta}}_\varphi = \bar{P}$ и $\dot{\bar{\eta}}_R = \bar{k}$, которые, как показывает опыт, есть законы изменения импульса ($\bar{p} = m\bar{v}$) и момента импульса ($\bar{k} = [\bar{R}\bar{P}]$). Эти законы вытекают как следствие из принципа инвариантности Евклида. Вместе с этим дается строгое определение импульса и момента импульса, величин, не изменяющихся соответственно при сдвигах и поворотах:

$$\widehat{T}_3 \bar{P}(t, \bar{R}) = \bar{P}(t, R) \quad \text{и} \quad \widehat{Q}_3 \bar{k}(t, \bar{\varphi}) = \bar{k}(t, \varphi).$$

После этого выясняем, что только в однородном и изотропном пространстве состояние частицы (в механике) может быть определено совокупностью переменных (\bar{R}, \bar{P}) или $(\bar{\varphi}, \bar{k})$.

Далее вводим скалярную функцию состояния частицы (в координатно-импульсном пространстве) $T(t, \bar{R}, \bar{P})$ и применяем к ней операции преобразования сдвига в импульсном пространстве \bar{P}_3 (оператор сдвига в импульсном пространстве), то для однородного пространства получим

$$\Delta T = \frac{\partial T}{\partial t} \Delta t + \frac{\partial T}{\partial \bar{P}} \Delta \bar{P} \quad (6)$$

и производную

$$\dot{T} = \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial T}{\partial \bar{P}} \dot{\bar{P}}, \quad (7)$$

а также операторы сдвига во времени

$$\dot{\bar{t}}_3 = e^{\frac{\partial T}{\partial t} \Delta t} \quad (8)$$

и сдвига в импульсном пространстве

$$\bar{p} = e^{\frac{\partial}{\partial \bar{P}} \Delta \bar{P}}. \quad (9)$$

Если положить $T = \frac{p^2}{2m}$, то из (7) следует

$$\dot{T} = \frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{F} \cdot \vec{v}), \quad (10)$$

где $\vec{F} = \dot{\vec{P}}$ – сила, \vec{v} – скорость.

В случае, когда $\vec{F} = -gradV$, где $V = v(x, y, z)$, то закон изменения T принимает вид

$$\dot{T} = \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{\partial V}{\partial t}. \quad (11)$$

Если время однородно, то из (10) и (11) имеем закон изменения

$$\dot{T} = (\vec{F} \cdot \vec{v})$$

и закон сохранения $T + V = const$, которые совпадают с известным законом изменения кинетической энергии и законом сохранения полной энергии в потенциальном поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вигнер, Е. Этюды о симметрии / Е. Вигнер. – М. : Наука, 1971. – 342 с.
2. Александров, А. Д. Философское содержание и значение теории относительности / А. Д. Александров // Вопросы философии. – 1959. – № 1. – С. 10.
3. Блохинцев, Д. И. Пространство и время в микромире / Д. И. Блохинцев. – М. : Наука, 1970. – 178 с.

А. Е. ЛЮЛЬКИН

УО БГУ (г. Минск, Беларусь)

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СРЕДСТВАМИ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Функциональная верификация логических проектов дискретных устройств (ДУ) является одной из важнейших задач, которые возникают в процессе логического проектирования. В частности, достаточно часто логическое проектирование сводится к некоторой модификации исходного ДУ (например, с применением другого элементного базиса, в целях повышения быстродействия, при реализации в виде одной БИС с использованием других критериев оптимальности и т. д.). В этом случае необходимо проверить функциональное соответствие полученного ДУ исходному. Особенно это важно, если модификация выполняется вручную, что повышает вероятность возникновения ошибок.

Следует отметить, что большинство выполненных исследований в области функциональной верификации ДУ направлено на оптимизацию вычислительных процедур сравнения различных функциональных или структурно-функциональных описаний ДУ. Описываемый в настоящей статье подход позволяет уменьшить трудоемкость программной реализации функциональной верификации за счет естественного привлечения для описания задачи, имеющей логический характер, средств логического программирования вместо представления громоздких процедур на алгоритмических языках.

Ниже рассматриваются предикатные описания комбинационных и последовательностных схем, которые позволяют выполнить их функциональную верификацию. Предикатные описания строятся с учетом возможности их реализации на языке ПРОЛОГ. Данная работа представляет собой развитие предыдущих работ автора [1-3] для решения задачи функциональной верификации ДУ.

Под конечным предикатом $P(x_1, \dots, x_n)$ будем понимать функцию с областью значений $\{1, 0\}$ (или «истина» и «ложь», соответственно), а области значений аргументов представляют собой конечные множества X_1, \dots, X_n , где $x_i \in X_i$, $i = \overline{1, n}$.

ДУ реализуются комбинационными и последовательностными схемами. Комбинационная схема реализует систему булевых функций $y_i = f_i(x_1, \dots, x_n)$, $i = \overline{1, m}$, зависящих от переменных x_1, \dots, x_n , которые описывают значения сигналов на входах схемы. Функционирование последовательностных схем зависит не только от входных воздействий, но и от внутреннего состояния схемы. Переменные z_1^1, \dots, z_u^1 задают предыдущее состояние схемы, а z_1^2, \dots, z_u^2 – следующее состояние; $y_i = f_i(x_1, \dots, x_n, z_1^1, \dots, z_u^1)$, $i = \overline{1, m}$ – функции, реализуемые на выходах схемы; $z_j^2 = g_j(x_1, \dots, x_n, z_1^1, \dots, z_u^1)$, $j = \overline{1, u}$ – функции переходов, соответствующие источникам обратных связей, t – задержка сигналов в линиях обратной связи (может обеспечиваться различными способами, например средствами синхронизации или специальными элементами задержки). Если задержка t выбрана так, что очередной входной набор поступает после того, как схема перешла в новое состояние $Z_2 = (z_1^2, \dots, z_u^2)$ и данное состояние используется в качестве предыдущего, то схема называется синхронной (точнее синхронной моделью последовательностной схемы). Таким образом, все состояния в синхронной схеме считаются устойчивыми, т.е. схема будет находиться в некотором состоянии $Z_i = (z_1^i, \dots, z_u^i)$, в которое она перешла после применения входного набора $X_i = (x_1^i, \dots, x_n^i)$ из состояния $Z_{i-1} = (z_1^{i-1}, \dots, z_u^{i-1})$, до тех пор пока не поступит входной набор $X_{i+1} = (x_1^{i+1}, \dots, x_n^{i+1})$. При этом набор X_{i+1} может совпадать с набором X_i , но схема после применения X_{i+1} перейдет в новое состояние Z_{i+1} , отличное от состояния Z_i , так как в качестве начального состояния для набора X_{i+1} берется состояние Z_i , а не Z_{i-1} , как это было в случае набора X_i . Ниже рассматриваются задачи функциональной верификации синхронных схем, хотя полученные описания данных задач могут быть распространены и на асинхронные схемы, которые, прежде чем перейти в устойчивое состояние, могут проходить через цепочку промежуточных (неустойчивых) состояний. Предикатные описания асинхронных схем приведены в [3].

Рассмотрим предикатное описание комбинационной схемы, которое может быть использовано для функциональной верификации. Если схема реализует систему функций $y_i = f_i(x_1, \dots, x_n)$, $i = \overline{1, m}$, то ее функциональное описание можно представить следующим предикатом

$$P_1(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m) = \begin{cases} 1, & \text{если } y_i = f_i(x_1, \dots, x_n), i = \overline{1, m}, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Предикат $P_1(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m)$, как будет показано ниже, связан определенным отношением с логическим произведением предикатов, описывающих логические элементы схемы. Пусть предикат $P_2(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m)$ таким же образом описывает функции, которые должна реализовать схема. Тогда для сравнения функций, реализуемых схемой, и заданных функций с указанием входных наборов $X=(x_1, \dots, x_n)$, на которых обнаружены несовпадения, будем использовать предикат

$$V_1(x_1, \dots, x_n) = \begin{cases} 1, & \text{если } \exists \text{ набор } (\tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m), \text{ что } P_1(x_1, \dots, x_n, \tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m) \neq P_2(x_1, \dots, x_n, \tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m), \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Если $P_1^f(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m)$ – предикат, описывающий функционирование другой схемы, которую необходимо сравнить с первой, то для этого можно также использовать предикат $V_1(x_1, \dots, x_n)$, в определении которого необходимо $P_2(\dots)$ заменить на $P_1^f(\dots)$.

Ниже устанавливается связь между предикатами $P_1(\dots)$ и $P_1^f(\dots)$ и предикатами, описывающими функции, реализуемые логическими элементами схемы. Если некоторый элемент реализует функцию $y=f(x_1, \dots, x_n)$, то функционирование данного элемента можно описать предикатом $P(x_1, \dots, x_n, y)$ на основе следующих соотношений:

$$P(x_1, \dots, x_n, y) = 1 \Leftrightarrow y = f(x_1, \dots, x_n),$$

$$P(x_1, \dots, x_n, y) = 0 \Leftrightarrow y \neq f(x_1, \dots, x_n).$$

Для описания функций выходов и переходов последовательностной схемы будем использовать следующий предикат:

$$P_6(x_1, \dots, x_n, z_1^1, \dots, z_u^1, z_1^2, \dots, z_u^2, y_1, \dots, y_m) = \begin{cases} 1, & \text{если } z_j^2 = g_j(x_1, \dots, x_n, z_1^1, \dots, z_u^1), j = \overline{1, u}, \\ & y_k = f_k(x_1, \dots, x_n, z_1^1, \dots, z_u^1), k = \overline{1, m}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Так же, как и ранее, предикат $P_6(\dots)$ можно связать с предикатами, описывающими элементы схемы.

Пусть предикат $P_8(x_1, \dots, x_n, z_1^1, \dots, z_u^1, z_1^2, \dots, z_u^2, y_1, \dots, y_m)$ описывает функции выходов и переходов, которые должна реализовать проверяемая схема. Тогда задачу верификации последовательностной схемы можно описать, используя следующий предикат:

$$V_2(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_u) = \begin{cases} 1, & \text{если } \exists \text{ наборы } (z_1^1, \dots, z_u^1), (\tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m), \text{ что } P_6(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_u, z_1^1, \dots, z_u^1, \tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m) \neq \\ & P_8(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_u, z_1^1, \dots, z_u^1, \tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m), \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

Рассмотренные предикатные спецификации были применены для описания ряда комбинационных и последовательностных схем, отлажены и проверены с помощью системы программирования Visual Prolog.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люлькин, А. Е. Моделирование и построение тестов дискретных устройств на основе методов искусственного интеллекта / А.Е. Люлькин // Автоматика и вычислительная техника. – 1995. – № 6. – С. 36–44.
2. Люлькин, А. Е. Анализ и диагностика логических схем с использованием языка ПРОЛОГ / А. Е. Люлькин // Автоматика и вычислительная техника. – 1997. – № 4. – С. 42–51.
3. Люлькин, А. Е. Моделирование последовательностных схем с использованием логического программирования / А. Е. Люлькин // Автоматика и вычислительная техника. – 1999. – № 2. – С. 51–59.

А. В. МАКАРЕВИЧ, С. Ф. НИЧИПОРКО, В. В. ШЕПЕЛЕВИЧ, В. Н. НАВНЫКО
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХВОЛНОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ ВТО

Для изучения зависимости эффективности четырехволнового взаимодействия в кубическом фоторефрактивном пьезокристалле $\text{Вt}_{12}\text{ТiO}_{20}$ (ВТО) использовалась оптическая схема экспериментальной установки, представленная на рисунке 1а.

Световой пучок гелий-неонового лазера 1, отражаясь от зеркала 2, проходил через светоделитель 6 и разделялся на опорный R и предметный S световые пучки. Эти пучки, отражаясь от зеркал 3 и 4, после прохождения через поляризаторы 8 и 9, а также диафрагмы 10 и 11, интерферировали в кристалле ВТО 12 среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ толщиной 7.7 мм и формировали в нем голографическую решетку. За кристаллом на пути опорного светового пучка R располагалось зеркало 5, которое устанавливалось таким образом, чтобы отраженный от него прошедший через кристалл опорный световой пучок распространялся в обратном направлении, проходя снова через кристалл 12 и диафрагму 10.

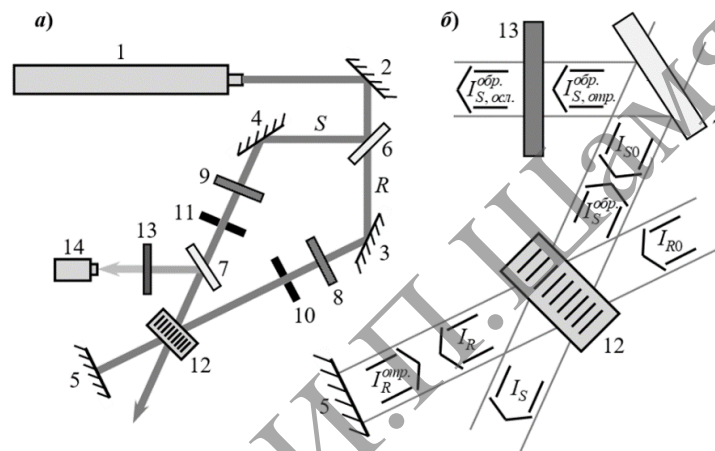


Рисунок 1. а) – оптическая схема экспериментальной установки: 1 – гелий-неоновый лазер, 2, 3, 4, 5 – зеркала, 6, 7, – светоделители, 8, 9 – поляризаторы, 10, 11 – диафрагмы, 12 – кристалл ВТО, 13 – затемнитель, 14 – CCD-камера; б) – геометрия взаимодействия световых пучков в кристалле

Геометрия распространения световых пучков в кристалле подробнее поясняется с использованием рисунка 1б. При изначальном вхождении в ВТО опорного R и предметного S пучков, имеющих соответственно интенсивности I_{R0} и I_{S0} , в кристалле формировалась ненаклонная пропускающая голограмма. После прохождения кристалла и взаимодействия в нем с голографической решеткой эти пучки имели интенсивности I_R и I_S . Далее пучок I_R отражался в противоположном направлении от зеркала 5 с образованием пучка $I_R^{omp.}$, который дифрагировал на записанной в кристалле голограмме, что приводило к возникновению обращенного пучка $I_S^{obr.}$, распространяющегося строго в обратном направлении по отношению к сигнальному пучку I_{S0} . Далее пучок $I_S^{obr.}$ частично отражался от светоделителя 7 с образованием пучка $I_{S,omp.}^{obr.}$, который, проходя через затемнитель 13, терял часть своей энергии, и конечный ослабленный пучок $I_{S,осл.}^{obr.}$ попадал на светочувствительную матрицу CCD-камеры. В кристалле среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ предполагается формирование только пропускающей решетки, причем вклад в эту решетку дают попутно распространяющиеся пучки с интенсивностями I_R и I_S , а также встречные им, но попутно распространяющиеся между собой пучки $I_R^{omp.}$ и $I_S^{obr.}$. Следовательно, в формировании голограммы принимают участие четыре волны, поэтому такое взаимодействие и называется четырехволновым [1].

Полученные графики зависимостей $I_{S,t}^{obr.} / I_{S,max}^{obr.}(t)$ для трех произвольных пространственных ориентаций кристалла ВТО приведены на рисунке 2.

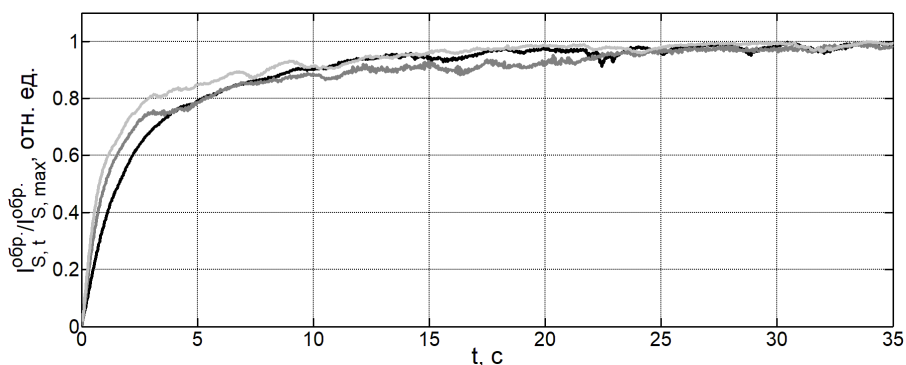


Рисунок 2. – Зависимости $I_{S,t}^{обр.} / I_{S,max}^{обр.}$ от времени t при четырехволновом взаимодействии в кристалле ВТО

Из этого рисунка видно, что интенсивность отраженной волны значительно возрастает в течение примерно первых пяти секунд взаимодействия пучков в кристалле, и далее процесс этого роста замедляется. При этом голограмма выходит на стационар в течение примерно 25–30 секунд взаимодействия пучков.

Экспериментальные данные по изучению зависимости отраженной световой волны от ориентационного угла кристалла представлены на рисунке 3. В данном случае регистрация интенсивности отраженного светового пучка осуществлялась включенным в схему вместо CCD-камеры 14 полупроводниковым фотодиодом ФД-7М и контролировалась измерителем тока фотодиода.

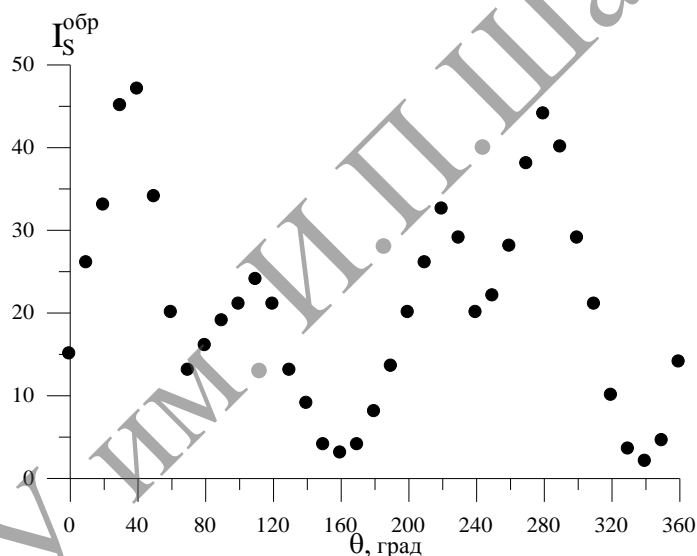


Рисунок 3. – Экспериментальная зависимость интенсивности отраженной волны при четырехволновом взаимодействии в кристалле ВТО толщиной 7.7 мм от ориентационного угла при линейной поляризации взаимодействующих пучков $\Psi_0 = 0$.

Из этого рисунка видно, что абсолютные максимумы интенсивности отраженной волны достигаются при ориентационных углах 40° и 280° , а локальные максимумы – при ориентационных углах 110° и 220° .

Работа выполнена при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (задание 1.2.01 Государственной программы научных исследований «Фотоника, опто- и микроэлектроника»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах / С. М. Шандаров [и др.]. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 242 с.

А. В. МЕДВЕДСКИЙ, В. Р. ПЛОХОДЬКО, Н. А. САВАСТЕНКО
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

РАЗЛОЖЕНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО СВЕТА В ПРИСУТСТВИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА

Гетерогенный фотокатализ с использованием TiO_2 может эффективно применяться в разложении фармакологических отходов в водных средах. Источниками фармакологических отходов являются фармакологические производства, больницы, аптеки и т. д. Попадание препаратов в окружающую среду и систему сточных вод становится серьезной экологической проблемой, поскольку они оказывают сильное влияние на деятельность микроорганизмов в экосистеме и могут негативно воздействовать на здоровье человека. Таким образом, повышение эффективности фотокатализаторов становится актуальной задачей.

Одним из перспективных методов повышения фотокаталитической активности TiO_2 является его допирование катионами и анионами [1]. Еще одним подходом улучшения свойств катализатора TiO_2 является плазменная обработка [2]. В предыдущих работах было установлено усиление каталитической активности ZnO после плазменной обработки [2].

Настоящая работа посвящена исследованию каталитических свойств TiO_2 на примере реакции фотодеградации красителя метилового оранжевого (МО) и кофеина.

Катализаторы на основе наночастиц TiO_2 (анатаз, < 25 нм, Degussa) обрабатывались в плазме ВЧ-разряда в реактивной атмосфере (в присутствии паров аллилового спирта, пропен-2-ол-1, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) после импрегнирования Ru-содержащим красителем N3 для инкапсуляции молекул красителя и их фиксации на поверхности катализатора (образца $\text{TiO}_2\text{-N3-pp2}$). Так как в результате обработки на поверхности катализатора образовалась полимерная плёнка, то были изготовлены образцы, не содержащих молекулы N3, но покрытые полиаллиловой пленкой ($\text{TiO}_2\text{-pp1}$). Химически немодифицированный TiO_2 был также обработан в ВЧ-плазме ($\text{TiO}_2\text{-RF}$). Катализаторы были обработаны в Институте физики и технологии плазмы, г. Грейфсвальд, Германия (INP, Germany). $\text{TiO}_2\text{-RF}$ обработан в ВЧ-плазме в инертной атмосфере Ar (мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм, время обработки 15 мин). $\text{TiO}_2\text{-pp1}$, покрыт полимерной пленкой в ВЧ-плазме в реактивной атмосфере Ar и аллилового спирта как прекурсора (мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм:1.5 сссм 15 мин). $\text{TiO}_2\text{-N3-pp2}$, покрыт полимерной пленкой в ВЧ-плазме в реактивной атмосфере аргона и аллилового спирта как прекурсора (мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм:1.5 сссм 15 мин).

На рисунке 1 представлено изменение значений логарифма относительной концентрации ($\ln C_t$) МО (а) и кофеина (б) под действием УФ излучения в присутствии химически и плазмохимически модифицированных фотокатализаторов на основе наноразмерного TiO_2 .

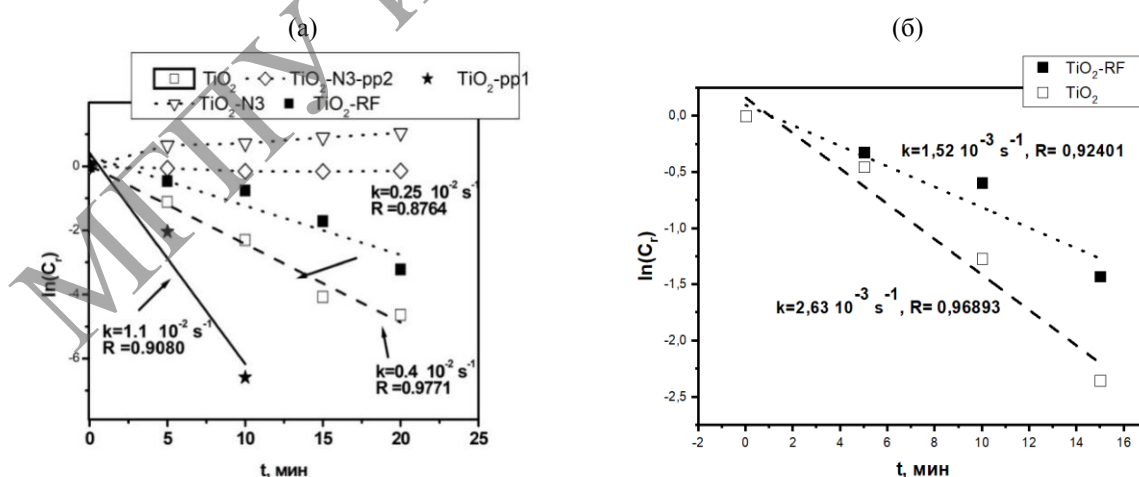


Рисунок 1. – кинетика фотодегадации МО (а) и кофеина (б)

Как видно из рисунка 1а, химическая модификация красителем N3 приводит к подавлению фотокаталитических свойств диоксида титана (катализатор $\text{TiO}_2\text{-N3}$, $\text{TiO}_2\text{-N3-pp2}$). Более того, при использовании химически модифицированного катализатора $\text{TiO}_2\text{-N3}$ наблюдается увеличение интенсивности поглощения на выбранной длине волны. Вероятно, это может быть связано с попаданием

красителя (N3) в раствор из-за его плохой адгезии с поверхностью TiO₂. Нанесение на химически модифицированный катализатор полимерной пленки (TiO₂-N3-pp2) приводит к фиксации красителя на поверхности наночастиц, но при этом происходит ингибирование каталитической активности TiO₂. Дegrаdации MO в присутствии катализатора TiO₂-N3-pp2 не наблюдается. Однако нанесение полимерной пленки на немодифицированный TiO₂ приводит к существенному увеличению его активности (ср. данные для катализаторов TiO₂ и TiO₂-pp1). Обработка химически немодифицированного TiO₂ в плазме в инертной атмосфере не приводит к повышению его активности ни в реакциях фотодegrадации MO, ни в реакции фотодegrадации кофеина (ср. данные для катализаторов TiO₂ и TiO₂-RF на рисунках 1а и 1б).

На рисунке 1 представлены также константы скорости реакции (k) фотодegrадации MO, определенные по наклону представленных графиков и соответствующие коэффициенты корреляции R. Константа реакции фотодegrадации MO в присутствии TiO₂, покрытого полимерной пленкой (TiO₂-pp1), составляла $k=1,1 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ и была в 2,6 раз выше константы реакции в присутствии необработанного оксида титана ($k=0,4 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$). Плазменная обработка TiO₂ снижала его активность в 1,6 раза в реакции фотодegrадации MO и в 1,7 раза в реакции фотодegrадации кофеина.

Снижение активности обработанного в плазме в инертной атмосфере химически немодифицированного фотокатализатора (TiO₂-RF) может быть связано с повышением его гидрофильности, приведшей к его слипанию и слеживанию в период после плазменной обработки. По визуальным наблюдениям, в процессе измерения фотокаталитической активности наблюдалось комкование обработанного в плазме образца (TiO₂-RF) в отличие от остальных образцов. Повышение активности TiO₂, покрытого полимерной пленкой (TiO₂-pp1), может быть связано с частичным восстановлением поверхности катализатора и изменением соотношения Ti⁺⁴/Ti⁺³.

Таким образом, ингибирование активности наноструктурированного TiO₂ связано с нанесением на его поверхность Ru-содержащего красителя (N3).

В дальнейшем для повышения эффективности необходимо модифицировать катализатор путем нанесения полимерной пленки.

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка физико-химических принципов плазмоактивированного синтеза и модификации микродисперсных полупроводниковых фотокатализаторов, допированных наночастицами» ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма «Наноматериалы и нанотехнологии» (шифр 2.73).

ЛИТЕРАТУРА

1. Plasma application for more environmentally friendly catalyst preparation / C.-J. Liu [et al.] // Pure Appl. Chem. – 2006. – Vol. 78, № 6. – P. 1227–1238.
2. Effect of Electrical Characteristics of DBD on the Performance of DBD Plasma treated ZnO-based Photocatalysts / N. A. Savastenko [et al.] // Proceedings of the IX Intern. Confer. Plasma Physics and Plasma Technology (PPPT-9), Minsk, Belarus, 17–21 sept. 2018 / eds.: N. V. Tarasenko, A. A. Nevar and N. N. Tarasenko. – Minsk : Kovcheg, 2018. – P. 429–432.

**Г. С. МИТЮРИЧ¹, В. В. КОЖУШКО², В. Н. МЫШКОВЕЦ¹, Д. Г. МИТЮРИЧ³,
Е. И. ГОРБАЧЕВ¹, А. В. ХАЛЕЦКИЙ³**

¹УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

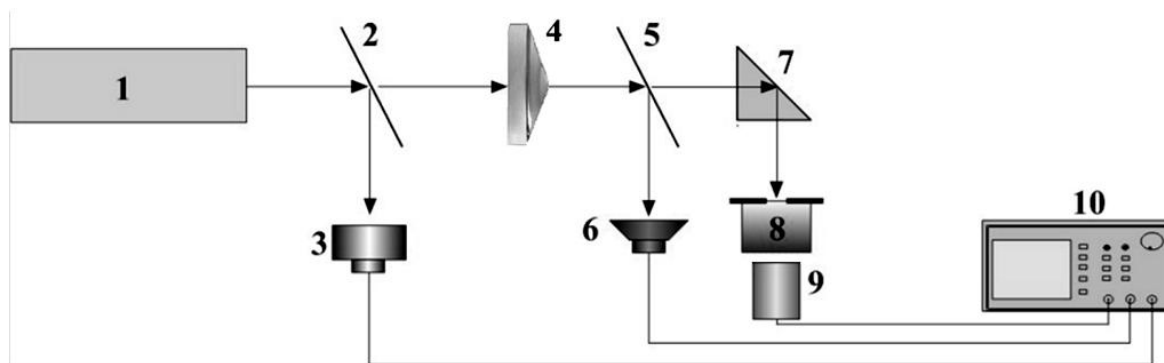
²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого» (г. Гомель, Беларусь)

³БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» (г. Гомель, Беларусь)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТНЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД (КЕРНОВ) МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ФОТОАКУСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Воздействие лазерного импульсного излучения на поглощающие среды может приводить к возбуждению акустических поверхностных, продольных и поперечных волн [1]. Эффективность фототермоакустического (ФТА) преобразования определяется, как известно [2], оптическими, диссипативными, теплофизическими, упругими, линейными и нелинейными свойствами исследуемых образцов, а также поляризационными и энергетическими параметрами лазерного излучения [3].

Цель данной работы – исследование возможности лазерного импульсного возбуждения упругих волн, определение скорости распространения продольных и сдвиговых мод в керновых материалах, облучаемых гауссовыми и бесселевыми световыми пучками, а также расчет (в рамках двухфазной модели среды) емкостных и прочностных параметров образцов горных пород (кернов) на основании результатов экспериментального измерения амплитуды ФТА сигналов. В данной работе в целях импульсного возбуждения ультразвука использовалось излучение YAG:Nd+3 лазера модели LS-2134Y, генерирующего в режиме модулируемой добротности на длине волны 1064 нм и на частоте второй гармоники (532 нм) – с энергией в импульсе порядка 15÷20 мДж при длительности импульсов около 10 нс и частоте следования импульсов 10÷12 Гц. Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.



1 – лазер; 2 – делительная пластина; 3 – фотодиод; 4 – аксион; 5 – делительная пластина; 6 – измеритель плотности лазерной энергии; 7 – стеклянная поворотная призма; 8 – исследуемый образец керна, 9 – пьезоэлектрический преобразователь; 10 – цифровой осциллограф

Рисунок 1. – Схема лазерной импульсной фотоакустической спектроскопии

Регистрация возбуждаемых акустических импульсов осуществлялась пьезопреобразователем на основе поляризованной керамики 115 ЦТС-5, толщиной 0,2 мм, который работал без усилителя с максимальной частотой 15 МГц. В указанных целях использовался также широкополосный пьезоприемник на основе ПВДФ-пленки толщиной 25 мкм с предварительным усилителем, работающим в режиме «холостого хода», ограничивающим рабочую полосу частот сверхчастотой 15 МГц. Сигнал с пьезопреобразователя регистрировался цифровым двухканальным осциллографом типа Tektronix TDS220 с аналоговой полосой 60 МГц при частоте дискретизации 1 ГГц. Для регистрации времени воздействия лазерного импульса на поверхность керна цилиндрического образца использовался фотодиод Hamamatsu S5971-1. Формирование бесселевых световых пучков осуществлялось с использованием конической линзы с углом конусности $\alpha = 10^\circ$; линза устанавливалась между выходным окном лазерной системы и поворотным зеркалом, на поверхность которого был напылен тонкий слой золота. Керновые образцы различных горных пород (известняк, доломит, алевролит, глина, мергель, песчаник) цилиндрической формы, толщиной от 8 до 16 мм с указанием основных физико-технических параметров были предоставлены Центром исследования, обработки и хранения керна РУП «ПО «Белоруснефть».

Временная развертка продольных ультразвуковых импульсов соответствует типичным спектрам [2], возбуждаемым лазерными пучками с гауссовым распределением интенсивности. В случае использования бесселевых световых пучков возбуждаются как продольная, так и поперечная акустическая мода, что обусловлено особенностью механизма ФТА преобразования импульсов с бесселевым распределением энергии. После нахождения (по графикам) значений скоростей продольных и сдвиговых волн можно определить полный набор упругих параметров исследуемых кернов (модуль сдвига, коэффициент Пуассона, модуль Юнга, модуль объемной упругости (коэффициент всестороннего сжатия)), а также пористость образцов, которые представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. – Результаты определения прочностных параметров керновых образцов

Номер образца	Горизонт	Литоология	Модуль сдвига, Па 10^9	Коэффициент Пуассона	Модуль Юнга, Па 10^9	Модуль объемной упругости, Па 10^9
5768	D ₃ ln	Песчаник	7,96	0,29	20,54	16,3
5712	D ₃ ln	Глина	12,34	0,29	31,83	25,25
1358	D ₃ zd(ton)	Доломит	19,28	0,30	49,75	39,47
8465	D ₃ sr	Известняк	23,71	0,30	61,18	48,53
6016	D ₃ vr(pch)	Известняк слабоглинистый	19,98	0,29	48,98	38,85
3493	D ₃ lb	Известняк слабоглинистый	22,08	0,30	57,6	48,3
3814	D ₃ ln	Глина	5,379	0,30	14	1,19

Таблица 2. – Результаты определения пористости керновых образцов

Номер образца	Горизонт	Литология	Коэффициент открытой пористости, %, определенный методом	
			гидростатического взвешивания	лазерной фотоакустики
5768	D ₃ ln	Песчаник	–	14,476
5712	D ₃ ln	Глина	–	8,664
1358	D ₃ zd(ton)	Доломит	6,4	5,285
8465	D ₃ sr	Известняк	4,6	4,282
6016	D ₃ vr(pch)	Известняк слабоблинистый	4,11	5,429
3493	D ₃ lb	Известняк слабоблинистый	1,78	1,013
3814	D ₃ ln	Глина	7,38	6,023

Отметим, что в последние несколько десятилетий импульсная оптико-акустическая диагностика интенсивно развивается и успешно применяется для исследования металлических композитов, композиционных материалов, графито-эпоксидных композитов, композиционных материалов, нанокompозитных структур, хиральных метаматериалов и кластеров наноспиралей, а также геоматериалов [4, 5].

Таким образом, в данной работе представлены результаты экспериментального измерения скоростей продольных и поперечных звуковых волн, возбуждаемых в образцах горных пород (кернах) лазерными импульсами с гауссовым и бесселевым пространственным распределением интенсивности. В рамках модели двухфазной среды продемонстрирована возможность определения пористости исследуемых образцов керна с погрешностью не более 5%, а также вычислены все упругие модули образцов, необходимые для характеристики их прочностных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андерсон, М. А. Анализ керна: истина в последней инстанции при оценке характеристик пласта / М. А. Андерсон, Б. Дункан, Р. МакЛин // Нефтегазовое обозрение. – Schlumberger. – 2013–2014. – Сб. II. – С. 4–17.
2. Гусев, В. Э. Лазерная оптоакустика / В. Э. Гусев, А. А. Карабутов. – М. : Наука, 1994. – 304 с.
3. Пятницкий, Л. Н. Волновые бесселевые пучки / Л. Н. Пятницкий. – М. : Физматлит, 2012. – 406 с.
4. Карабутов, А. А. Лазерная ультразвуковая спектроскопия / А. А. Карабутов, В. А. Макаров, Е. Б. Черепецкая, В.А. Шкуратник. – М. : Горная книга, 2008. – 175 с.
5. Карабутов, А. А. Влияние пористости на дисперсию фазовой скорости продольных акустических волн в изотропных металломатричных композитах / А. А. Карабутов, Н. Б. Подымова // Акустический журнал. – 2017. – Т. 63. – № 3. – С. 265–274.

**Г. С. МИТЮРИЧ¹, А. В. МАКСИМЕНКО¹, Д. Г. МИТЮРИЧ², А. С. ПОБИЯХА¹,
Е. Н. КОНЦЕВОЙ¹, А. В. ХАЛЕЦКИЙ²**

¹УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

²БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» (г. Гомель, Беларусь)

ЛАЗЕРНЫЙ ФОТОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД (КЕРНОВ)

Возрастающая роль лазерных методов исследования в задачах тепловой петрофизики определяется в последние годы необходимостью повышения качества исходных данных о теплофизических свойствах горных пород (кернов), таких как теплопроводность, температуропроводность и объемная теплоемкость. Важным достоинством метода лазерного оптического сканирования [1] является возможность бесконтактного проведения измерений путем сканирования цилиндрической

поверхности исследуемых образцов. В данной работе выполнено лазерное сканирование вдоль образующей на цилиндрической поверхности полноразмерного керна через 60° по азимутальной координате. После завершения каждого сканирования программируемый контролер, входящий в состав лазерного измерительного комплекса, обрабатывает сигналы трех инфракрасных датчиков температуры и предоставляет информацию о распределении температурных полей на поверхности каждого из изучаемого образца полноразмерного керна.

При проведении экспериментов по теплофизическому профилированию полноразмерных образцов керна использовался CO_2 лазер непрерывного действия типа ЛГН-703 (регулируемая мощность излучения до 40 Вт), а также высокоточные бесконтактные пироэлектрические датчики инфракрасного диапазона типа MOD-IR-TEMP. Три пироэлектрических датчика подключались к контроллеру, который был предварительно запрограммирован и с помощью платы Arduino соединялся с компьютером по USB-кабелю. Исследуемые образцы № 1 и № 2 полноразмерного керна (скважина № 43, Малодушинская площадь, горизонт D3vt(str), подошва слоя – 3558,89 м, известняк доломитистый) облучались непрерывным лазерным излучением на длине волны 10,6 мкм и средней мощностью порядка 30 Вт. Два пироэлектрических датчика 4 и 6 располагались соосно от лазерного пятна на расстоянии 6 мм (**линия 1** на графиках, датчик 4) и 12 мм (**линия 2** на графиках, датчик 6) вдоль линии нагрева по цилиндрической образующей керна, а третий пироэлектрический датчик 5 на расстоянии 6 мм (**линия 3** на графиках, датчик 5) перпендикулярно соосной линии от второго пироэлектрического датчика 4. Образец керна перемещался относительно лазерного пятна и датчика со скоростью сканирования 10 мм/с, при этом рабочие базы измерений составляли 1-190 мм и 1-200 мм. Были получены профилированные по длине образца распределения температурного поля вдоль направляющих цилиндрического образца керновых образцов № 1 и № 2, отстоящих друг от друга на угловом расстоянии равном 60° градусов, а также и для эталонных образцов плавленого кварца и сплава титана, измеренных тремя пироэлектрическими датчиками и представленных на рисунке 1 (для образца № 1).

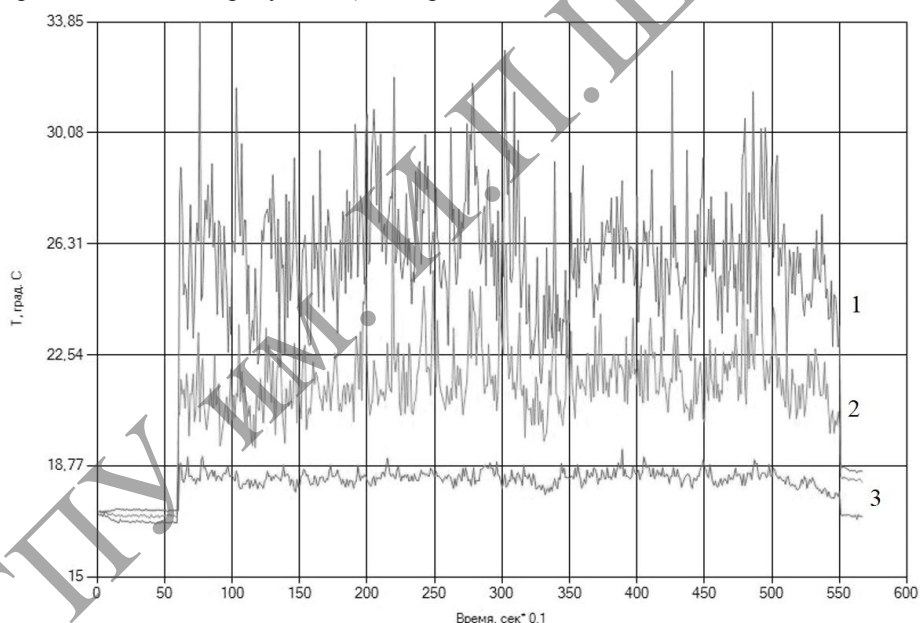


Рисунок 1. – Зависимость температуры поверхности образца полноразмерного керна № 1, от временной координаты, измеренных тремя пироэлектрическими датчиками, при облучении лазерным излучением инфракрасного диапазона (азимутальная координата - 0° , длина волны 10.6 мкм, мощность до 30 Вт)

Далее на основе известных формул [1] несложно определить профилированные изменения теплопроводности, температуропроводности и объемной теплоемкости для каждого полноразмерного образца керна через 60° по азимутальной координате (рисунок 2-4). Следует отметить, что метод лазерной фототермической ИК спектроскопии получил широкое применение для исследования не только теплофизических свойств различных материалов, но также и при изучении электронных свойств полупроводниковых структур, для измерения малых поглощений в оптических элементах, а также в тонких пленках и поверхностных слоях вещества. Метод применяется для дистанционного спектрального анализа в технологических задачах при исследовании поверхности и тонких покрытий, в термоволновой микроскопии и термографии [2].

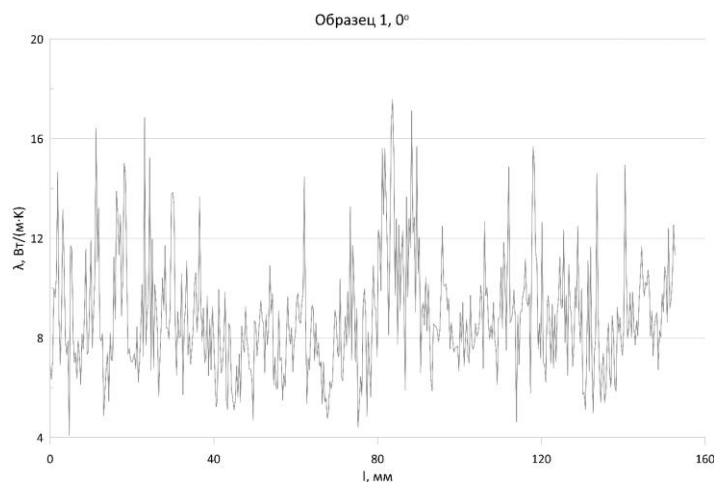


Рисунок 2. –Зависимость теплопроводности полноразмерного образца зерна №1 от пространственной координаты, при облучении лазерным излучением инфракрасного диапазона (азимутальная координата – 0°, длина волны 10.6 мкм, мощность 30 Вт).

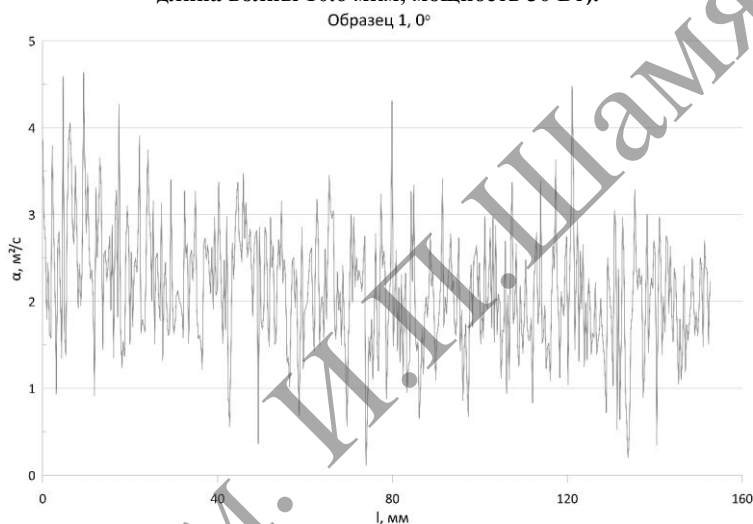


Рисунок 3. –Зависимость температуропроводности полноразмерного образца зерна №1 от пространственной координаты, при облучении лазерным излучением инфракрасного диапазона (азимутальная координата – 0°, длина волны 10.6 мкм, мощность 30 Вт).

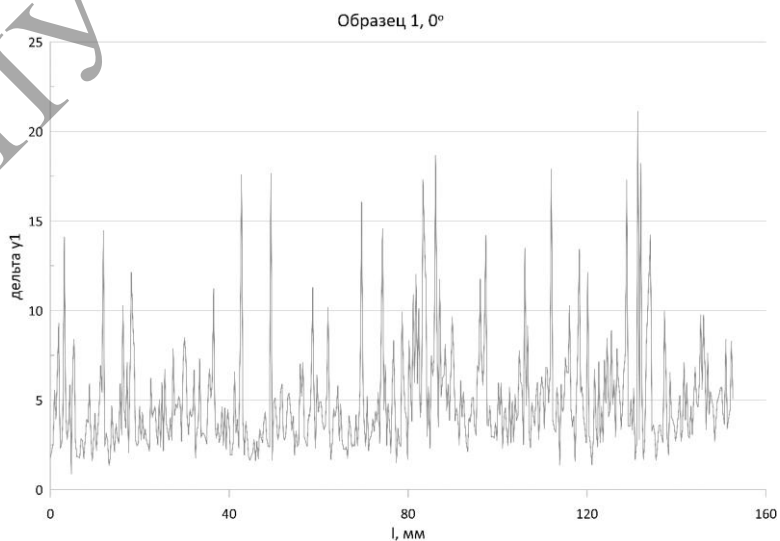


Рисунок 4. –Зависимость объемной теплоемкости полноразмерного образца зерна №1 от пространственной координаты, при облучении лазерным излучением инфракрасного диапазона (азимутальная координата – 0°, длина волны 10.6 мкм, мощность 30 Вт).

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что экспериментальное лазерное теплофизическое профилирование поверхности образцов полноразмерного керна дают возможность определения искомых тепловых характеристик, таких как теплопроводность, температуропроводность, объемная теплоемкость. Это в свою очередь является основой для установления корреляционных связей с другими важными емкостными и фильтрационными свойствами керновых образцов, такими как тепловая анизотропия, коэффициент тепловой неоднородности, общее содержание органического вещества (нефтеcодержание), пористость, проницаемость, упругие характеристики геоматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов, Е. Ю. Бесконтактные измерения теплопроводности и температуропроводности полноразмерного керна без выравнивания оптических характеристик образцов / Е. Ю. Попов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2015. – № 4. – С. 45–52.

2. Скворцов, Л. А. Основы фототермической радиометрии и лазерной термографии / Л. А. Скворцов. – М.: Техносфера, 2019. – 220 с.

Н. П. МОЖЕЙ

УО БГУИР (г. Минск, Республика Беларусь)

ОДНОРОДНЫЕ ПРОСТРАНСТВА С ЭКВИАФФИННОЙ СВЯЗНОСТЬЮ

Трехмерные однородные пространства описывались в работе [1], в ней также рассматривался случай аффинных связностей. В данной работе изучаются эквиаффинные (локально эквиаффинные) связности на таких пространствах, находятся также тензоры кручения и тензоры Риччи.

Аффинная связность является эквиаффинной, если допускает параллельную форму объема (см. [2]). Для трехмерных однородных пространств определим, при каких условиях связность является эквиаффинной (локально эквиаффинной), также выпишем в явном виде сами связности, их тензоры кручения и тензоры Риччи.

Пусть M – дифференцируемое многообразие, на котором транзитивно действует группа \bar{G} , $G = \bar{G}_x$ – стабилизатор произвольной точки $x \in M$. Проблема классификации однородных пространств (M, \bar{G}) равносильна классификации (с точностью до эквивалентности) пар групп Ли (\bar{G}, G) (см., например, [3]). Пусть $\bar{\mathfrak{g}}$ – алгебра Ли группы Ли \bar{G} , а \mathfrak{g} – подалгебра, соответствующая подгруппе G . Пара $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ называется *изотропно-точной*, если точно изотропное представление \mathfrak{g} . Там, где это не будет вызывать разночтения, будем отождествлять подпространство, дополнительное к \mathfrak{g} в $\bar{\mathfrak{g}}$, и факторпространство $\mathfrak{m} = \bar{\mathfrak{g}}/\mathfrak{g}$.

Аффинной связностью на паре $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ называется такое отображение $\Lambda: \bar{\mathfrak{g}} \rightarrow \mathfrak{gl}(\mathfrak{m})$, что его ограничение на \mathfrak{g} есть изотропное представление подалгебры \mathfrak{g} , а все отображение является \mathfrak{g} -инвариантным, инвариантные аффинные связности на (M, \bar{G}) находятся во взаимно однозначном соответствии со связностями на паре $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$. Необходимое условие существования аффинной связности состоит в том, что представление изотропии для G должно быть точным, если \bar{G} эффективна на \bar{G}/G [4]. Тензор кручения $T \in \text{Inv}T_2^1(\mathfrak{m})$ и тензор кривизны $R \in \text{Inv}T_3^1(\mathfrak{m})$ имеют вид: $T(x_m, y_m) = \Lambda(x)y_m - \Lambda(y)x_m - [x, y]_m$, $R(x_m, y_m) = [\Lambda(x), \Lambda(y)] - \Lambda([x, y])$ для всех $x, y \in \bar{\mathfrak{g}}$. Будем говорить, что Λ имеет нулевое кручение или является связностью без кручения, если $T = 0$. В этом случае имеет место первое тождество Бьянки:

$$R(x, y)z + R(y, z)x + R(z, x)y = 0 \quad \forall x, y, z \in \mathfrak{m}.$$

Определим тензор Риччи $Ric \in \text{Inv}T_2(\mathfrak{m})$:

$$Ric(y, z) = \text{tr}\{x \mapsto R(x, y)z\}.$$

Будем говорить, что аффинная связность Λ является локально эквиаффинной, если $\text{tr}\Lambda([x, y]) = 0$ для всех $x, y \in \bar{\mathfrak{g}}$ (то есть $\Lambda([\bar{\mathfrak{g}}, \bar{\mathfrak{g}}]) \subset \mathfrak{sl}(\mathfrak{m})$).

Аффинная связность Λ с нулевым кручением имеет симметрический тензор Риччи тогда и только тогда, когда она локально эквиаффинна. Действительно, по определению,

$$Ric(y, z) - Ric(z, y) = \text{tr}\{x \mapsto R(x, y)z - R(x, z)y\}.$$

С учетом первого тождества Бьянки получаем

$$Ric(y, z) - Ric(z, y) = \text{tr}\{x \mapsto -R(y, z)x\} = -\text{tr}R(y, z).$$

Поскольку $\text{tr}(AB - BA) = 0$, имеем

$$Ric(y, z) - Ric(z, y) = -\text{tr}(\Lambda(y)\Lambda(z) - \Lambda(z)\Lambda(y)) + \text{tr}\Lambda([y, z]) = \text{tr}\Lambda([y, z]).$$

Следовательно, тензор Ric симметрический тогда и только тогда, когда $\text{tr}\Lambda([y, z]) = 0$ для всех $y, z \in \bar{\mathfrak{g}}$.

Под *эквивариантной* связностью будем понимать аффинную связность Λ (без кручения), для которой $\text{tr}\Lambda(x) = 0$ для всех $x \in \bar{\mathfrak{g}}$. В этом случае очевидно, что $\Lambda(\bar{\mathfrak{g}}) \subset \mathfrak{sl}(\mathfrak{m})$.

Определено, при каких условиях связность является эквивариантной (локально эквивариантной); найдены в явном виде сами связности, тензоры кручения и тензоры Риччи. Полученные результаты могут найти приложения в общей теории относительности (которая, с математической точки зрения, базируется на геометрии искривленных пространств), в ядерной физике и физике элементарных частиц (поскольку многие фундаментальные задачи в этих областях связаны с изучением инвариантных объектов на однородных пространствах), а также при конструировании математических моделей реальных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Можей, Н. П. Трехмерные изотропно-точные однородные пространства и связности на них / Н. П. Можей. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2015. – 394 с.
2. Nomizu, K. Affine differential geometry / K. Nomizu, T. Sasaki. – Cambridge Univ. Press, 1994. – 263 p.
3. Онищик, А. Л. Топология транзитивных групп Ли преобразований / А. Л. Онищик. – М. : Физ.-мат. лит., 1995. – 384 с.
4. Кобаяси, Ш. Основы дифференциальной геометрии : в 2 т. / Ш. Кобаяси, К. Номидзу. – М. : Наука, 1981. – Т. 2.

М. А. МОТУЗКО

ИООО «Эпам Системз» (Брест, Беларусь)

СТРУКТУРА СЕТИ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ АВТОНОМНОЙ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

В научно-исследовательской лаборатории Брестского государственного университета ведется разработка автономной мобильной платформы на базе микрокомпьютера Raspberry Pi3 [1] и микроконтроллера Arduino Nano. В рамках этого проекта возникла необходимость мониторинга и накопления собираемых платформой данных. В связи с этим была решена задача проектирования и реализации web-приложения для мониторинга и управления автономной платформой. Частью решения этой задачи стало создание компьютерной сети, в которой происходит обмен данными всех компонентов управления и мониторинга платформы.

На первом этапе решения указанной задачи была определена структурная схема сети, по которой происходит обмен данными. Текущая версия структурной схемы сети изображена на рисунке 1. Схема имеет следующие обозначения: SMP (Standalone Mobile Platform) – автономная мобильная платформа. Server – физическое устройство, на котором установлено программное обеспечение web-сервера Nginx [2], а также база данных Mongo DB [3] для хранения получаемых данных. Client представляет собой любое устройство с установленным на нем браузером (например, ноутбук, планшет, смартфон).

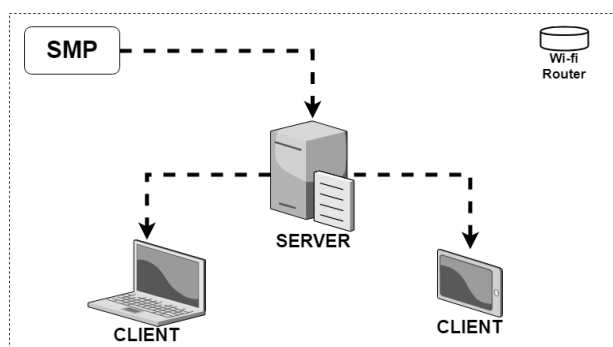


Рисунок 1. – Структурная схема сети

Нами выбрана такая структурная схема сети для визуализации данных автономной мобильной платформы, в которой в качестве сервера выступает не сам источник информации, а отдельное физическое устройство. Такое решение позволяет существенно снизить нагрузку на процессор микрокомпьютера, что влечет снижение энергопотребления мобильной платформой в целом и продлить время ее автономной работы. Стоит отметить, что все устройства реализованной сети (см. рисунок 1) подключены к одному Wi-fi роутеру, что расширяет спектр ее использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт проекта Raspberry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://projects.raspberrypi.org/en/>. – Дата доступа: 02.03.2019.
2. Официальный сайт разработчиков NGINX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nginx.org/ru/>. – Дата доступа: 20.01.2019.
3. Официальный сайт проекта MongoDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mongodb.com/>. – Дата доступа: 05.04.2019.

А. М. МУЗАФАРОВ¹, Д. М. ХОЛОВ¹, И. ХОЛБОВ²

¹Навоийский государственный педагогический институт, (г. Навои, Узбекистан)

²Национальный университет Узбекистана, (г. Ташкент, Узбекистан).

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЙ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Оценка распределения естественных радионуклидов в зоне влияний уранового производства, которое должно соответствовать установленным Международным нормам. Эффективная годовая доза для персонала, работающего на промышленных объектах уранового производства, и для населения населенных пунктов в прилегающей зоне влияния уранового производства, не должна превышает предельно допустимых значений.

Величина техногенного влияния при добыче и переработке урана на окружающую среду оценивается путем анализа почв, воздуха, растений, питьевых, сточных и подземных вод на промышленных объектах и в наблюдательных точках территорий, прилегающих к источникам загрязнений окружающей среды, и в населенных пунктах [1–6]. В среде загрязнителей окружающей среды особое место занимают вредные, токсичные, радиоактивные загрязнители и их соединения в почве, воздухе, растениях, питьевых, сточных и подземных водах. Кроме этого, на уранодобывающие и перерабатывающие предприятия нормативными документами регламентируется проведение периодического радиационно-дозиметрического контроля [7].

Учитывая актуальность вышеперечисленного, в настоящей исследовательской работе приведены результаты по оценке распределения естественных радионуклидов в зоне влияний уранового производства.

В данной статье приведены результаты, полученные в течение последних 20 лет, и методы систематического контроля следующих ингредиентов:

– **В почве:** отбор проб почвы на глубине 0–0,5 м на месте измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД), затем в лабораторных условиях измерение суммарной удельной активности альфа-излучений $A_{\text{эфф}}$ – почв, растений и стройматериалов, удельную активность естественных радионуклидов K^{40} , Ra^{226} , урана(природный), Th^{232} гамма-спектрометрическим методом.

– **В воздухе:** определение концентраций пыли весовым методом, HCN, NH₃, NO₂, SO₂, H₂S, H₂SO₄, Pb, P₂O₅ фотоколориметрическим методом, объемной активности радона, тарона, мощности экспозиционной или эффективной дозы (МЭД) в рабочих помещениях и оборудовании радиометрами СРП-68 или дозиметрами-радиометрами ДКС-96, определение объемной активности радона (ОАР) в атмосферном воздухе населенных пунктов и в воздухе рабочей зоны в помещениях прибором ALPHA-GUARD, определение эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов распада радона (ЭРОА) в атмосферном воздухе населенных пунктов, в воздухе рабочей зоны и в помещениях приборами «Поиск» и радон-WL-метр, долгоживущих альфа-нуклидов (ДАН) в атмосферном воздухе населенных пунктов, в воздухе рабочей зоны и в помещениях, с отбором проб на аспирационные фильтры, мощности гамма-излучения в непрерывном режиме для контроля выброса аэрозолей в атмосферу.

– **В питьевых, сточных и подземных водах:** сухой остаток, взвешенные вещества, pH, нефтепродукты, анионы - Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, CO₃⁻, HCO₃⁻, SO₄⁻, катионы- Ca, Mg – титриметрическим методом, Si⁺, F⁺, As⁺, Mo⁺, Al⁺ – фотоколориметрическим методом, нитриты, K, Na, Fe_{общ}, Cu, Mn, Pb,

Co, Ni, Zn, Cr – атомно-абсорбционным методом, отбор проб воды и определение в них естественного урана, ^{226}Ra , ^{210}Po , ^{232}Th , радона – эманационным методом и суммарной альфа - и бета - активности.

Измерения загрязнённости альфа-нуклидами поверхностей промышленного оборудования, поверхностей помещений, специальных машин и специальных обмундирований рабочего персонала приборами ДКС-96.

На основе полученных результатов рассчитывается годовая техногенная эффективная доза для персонала и для населения. Кроме вышеперечисленных измерений, немаловажную роль играет систематическое определение величины радиозологических факторов, связанных с деятельностью уранодобывающих предприятий и существенно влияющих на радиозологическую стабильность и чистоту окружающей среды, а именно:

- величина радиоактивных выбросов в атмосферу при прокатке готовой продукции урана;
- экологические факторы, связанные с хранением забалансовой урансодержащей руды в отвалах, на участках подземного выщелачивания урана, а также отработанных отходов в хвостохранилищах;
- вероятность загрязнения подземных вод техногенными соединениями;
- рациональные варианты рекультивации отработанных участков ПВ урана.

Контроль за радиозоологической обстановкой в зоне влияния уранового производства.

Как известно, для оценки воздействия излучений радиоактивных веществ на здоровье работающего персонала и населения требуется систематический контроль в окружающей среде (атмосферном воздухе, водоемах и почвах и т. д.). Поскольку производство урана связано с переработкой радиоактивных материалов, это является наиболее важным и предопределяющим фактором. В развитии горнорудной промышленности, где ведется переработка радиоактивных руд, актуальной является оценка значений естественного радиационного гамма-фона на территории действующих урановых перерабатывающих заводов. С этой точки зрения на территории уранового производства проведено непрерывное измерение γ -фона (значения экспозиционной дозы гамма-излучения приведены в мкр/час) в течение пяти лет с частотой замера 10 мин с использованием специальной установки, разработанной ИЯФ АН РУз.

В процессе изучения полученного спектра значений естественного гамма-фона стало ясно, что число импульсов в единичных случаях, но не периодически, увеличивается от двух до шести раз, в сррвнении с величиной фоновых значений. Эти увеличения связаны с природными и техногенными явлениями. Самое высокое значение естественного гамма-фона (более шести раз) оказалось связано с нарушением режима работы цеха прокатки готовой продукции завода.

Явное увеличение фона вокруг этого объекта связано с направлением ветра, дующего со стороны хранилища завода, где накапливаются радиоактивные отходы. Это явление заметно в летне – осенний период. Кроме того, аномальное значение радиационного фона обусловлено также условиями прокатки готовой продукции урана. В таких случаях оперативно выдавались рекомендации по устранению выявленного техногенного эффекта. Известно, что ПДК урана в воздухе рабочей зоны составляет $0,088 \text{ мг/м}^3$, в промышленных газовых выбросах ПДВ – $6,0 \text{ мг/с}$. Оценочный коэффициент качества – К определяется соотношением содержания урана в воздухе и концентрации элементов по значению ПДК. Для оценки устойчивой безопасной работы цеха прокатки готовой продукции урана проведены анализы фракционного состава радиоактивной пыли в воздухе рабочей зоны, так как определение концентраций вредных компонентов выбросных газов и полное их улавливание является актуальной задачей охраны окружающей среды.

Известно, что крупнодисперсные частицы менее подвижны, чем мелкодисперсные. В связи с этим представляет интерес ликвидация попадания мелкодисперсных частиц (аэрозолей) в окружающую среду, так как время их нахождения в воздухе наиболее длительное. Использование ядерных фильтров, изготовленных в объединенном институте ядерных исследований (Россия, г. Дубна), с крупностью пор $0,7\text{--}4,0 \text{ мкм}$ в сочетании с традиционными фильтрами позволило разработать оригинальную методику определения фракционного состава радиоактивного аэрозоля в воздухе в зависимости от климатических условий и фактических условий в производстве. Использование разработанной методики радиозоологического контроля производства позволило определить механизм изменения радиационного фона в атмосфере и выдать рекомендации по их устранению.

С появлением международного нормативного документа специфика ASTM-967 в последние годы появилась задача перед уранодобывающими предприятиями определение содержания ^{234}U в выпускаемой продукции закиси-оксида урана. Дело в том, что изотоп ^{234}U имеет высокую удельную активность – $(2,3 \cdot 10^8 \text{ Бк/г})$, в то время как удельная активность природной смеси урана составляет всего $2,5 \cdot 10^4 \text{ Бк/г}$. Следовательно, такая разница в удельной активности может быть объяснена нарушением изотопного равновесия урана за счёт увеличения доли изотопа ^{234}U . Это потребовало исследовать и раскрыть механизм нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана в технологическом процессе извлечения урана. Равновесное содержание ^{234}U составляет $53,41 \text{ мкг/г}$. Полученные результаты показывают, что концентрация ^{234}U в химконцентратах: – в пробе № 1 находится в интервале

45,2–51,5 мкг/г, что ниже его равновесного содержания, – в пробе № 2 находится в интервале 50,0–53,5 мкг/г, что соответствует уровню равновесного содержания, – в пробе № 3 – 55,0–58,0 мкг/г, что немного выше его равновесного содержания, – в пробе № 4 – 67,0 – 70,0 мкг/г – аномальное содержание.

Для получения товарного продукта урана, соответствующего требованиям потребителя с предельной удельной активностью, предложен способ шихтовки химконцентратов – пробе № 1 и № 2 с химконцентратами – в пробе № 3 в необходимых пропорциях. Этот способ позволил уменьшить радиационный фон на складе временного хранения товарного уранового продукта и суммарную годовую дозу облучения персонала на рабочих местах, где ведутся работы с готовой продукцией урана.

Оценка годовой суммарной эффективной дозы поглощения населением региона. Годовая эффективная доза от всех радиационных факторов для населения городов, где действует урановое производство, не превышает установленного норматива в Республике Узбекистан, согласно СанПиН 0193-06, то есть меньше 2,0 мЗв/год. Кроме этого, ежегодно в течение последних 10 лет проводится автомобильная гамма-съёмка для выявления аномальных точек источников излучений.

Из проведенных многолетних исследований по оценке распределений естественных радионуклидов в зоне влияний уранового производства можно сделать вывод, что радиационная обстановка в регионе соответствует установленным нормам, эффективная годовая доза для персонала, работающего на промобъектах уранового производства, и для населения, проживающего в прилегающих зонах, не превышает значений, установленных в СанПиН-0193-06.

В перспективе разработаны плановые мероприятия по систематическому контролю и улучшению радиоэкологического состояния в зоне действия влияний уранового производства до 2030 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возжеников, Г. С. Радиометрия и ядерная геофизика : учеб. пособие / Г. С. Возжеников, Ю. В. Бельшев. – Екатеринбург : 2006. – 418 с.
2. Бахур, А. Е. Некоторые принципы построения системы радиационного контроля питьевой воды. Здоровье населения и среда обитания. Информационный бюллетень / А. Е. Бахур, Ю. Н. Мартынюк, О. Е. Тутельян. – М. : Минздрав РФ, ФЦ ГСЭН, № 3 (84), 2000. – С. 13–15.
3. Методы предварительной оценки радиоактивности природных вод / А. М. Музафаров [и др.] // Инновационные технологии горно-металлургической отрасли. Тез. док. Рес. кон. Навои. 21 октября. 2011. – С. 207–208.
4. Методы оценки техногенного влияния хвостохранилищ промышленных предприятий на окружающую среду // Горный вестник Узбекистана. 2002. – № 2. – С. 85–89.
5. Комплексная оценка радиационно-дозиметрической и экологической обстановки в зоне деятельности НГМК / А. М. Музафаров [и др.] // Инновационные технологии горно-металлургической отрасли. Тез. док. Рес. кон. Навои. 21 октября. 2011. – С. 213–215.
6. Голутвина, М. М. Контроль за поступлением радиоактивных веществ организм человек и их содержанием / М. М. Голутвина, Ю. В. Абрамов. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006). – Ташкент : 2006. – 86 с.

SH. N. NASIROVA¹, O'. N. HAMRAYEV¹, X. N. YUSUPOV², M. M. KHOLIKOV³

¹NSPI (Navoi, Uzbekistan)

²TSTU (Almalyk, Uzbekistan)

³TCHTI (Tashkent, Uzbekistan)

INNOVATIVE SUGGESTION FOR MODERNIZATION OF FLOTATION BLOCK

In world production, research in the field of manufacturing, modeling and optimization of technological processes in the conditions of modern scientific and technological progress allowed the industry to increase productivity by reducing energy consumption and improving product quality due to the widespread use of modern technologies to create a high-performance, reliable and cost-effective technological equipment. At the same time, the search for optimal solutions for technological processes in practice is one of the main areas of technical development aimed at increasing productivity, improving product quality, reducing costs, facilitating working conditions and protecting the environment [1].

To date, the world has developed scientific foundations aimed at improving technological automated computer systems of processes and apparatuses based on systemic thinking and analysis. Along with this, scientific research is being conducted that allows you to effectively manage the composition of valuable components in the enrichment of non-ferrous metal ores, to regulate the concentration of valuable components and reduce them in waste, the efficient functioning of the flotation system, reducing energy costs, minimizing the content of harmful substances in technological environments [1].

Flotation is the main technological process for the enrichment of many minerals. Its application is constantly expanding. In terms of mass and variety of processed raw materials, flotation takes first place among other enrichment processes. At present, thousands of processing plants are operating in the world, where non-ferrous, rare and ferrous metals, coal, phosphate ores, sulfur, feldspar, boron ores, fluor spar, potassium salts and other minerals are floated [2].

The article proposes modernized devices for flotation of potassium chloride from sylvinite of the Tumryuk field based on computer simulation and optimization of the process. The apparatus allows you to create an improved structure of the pulp flows, contributing to the organization of the properties of several apparatuses in one apparatus.

The innovative proposal is justified on the basis of the principles of multi-stage system analysis and synthesis of complex technical and technological systems of flotation or dressing with details of phenomena and effects at the levels of elements of the flotation apparatus, working zone, quasilayers, liquid and gas phases and gas bubbles. Computer models of technological processes for the existing and recommended devices have been developed.

Studies conducted on computer models of the process obtained curves of changes in the concentration of the product in the product leaving the apparatus for the existing and recommended apparatus. As you can see, the modernization of the flotation apparatus makes it possible to almost halve the concentration of the chamber product.

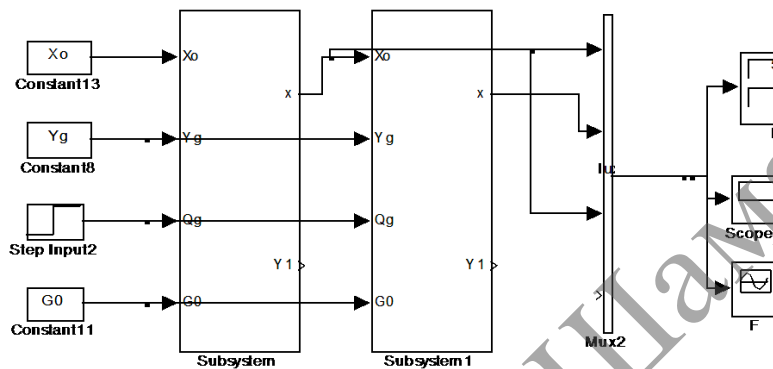


Figure 1. – Computer models of technological processes for existing and recommended devices

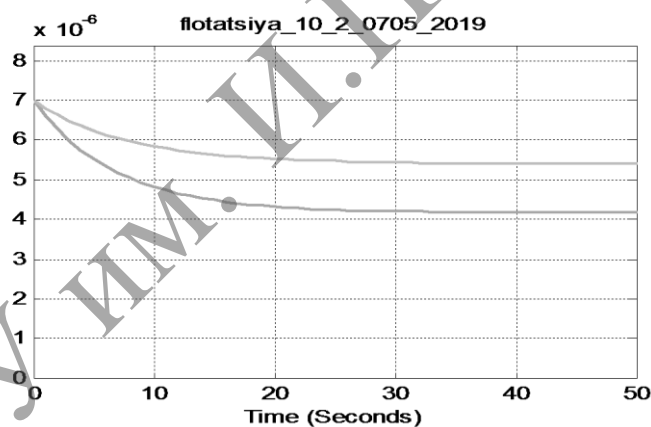


Figure 2. – Curves of changes in the concentration of the product in the chamber product exiting the apparatus

Based on studies of the flotation process on computer models, we proposed a flotation apparatus, shown in Fig. 1, 2, 3, 4

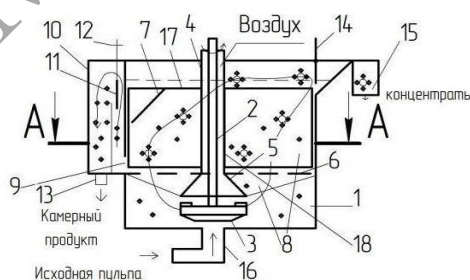


Figure 3. – Flotation apparatus

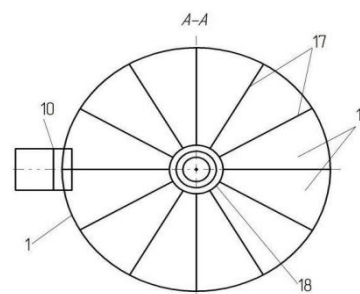


Figure 4. – View along section AA

The reconstruction of the flotation machine helps to increase productivity, reduce the number of flotation apparatus, and increase the content of valuable components in the concentrate.

REFERENCES

1. Nasirova, Sh. N. Quasi-hardware principle of system analysis of automation objects Science and technologic journal / Sh. N. Nasirova, A. A. Artikov. – Bukhara, No. 2, 2018. – P. 150–154.
2. Nasirova Sh. N., Artikov A. A. Development of methods of algorithmization of object modeling and management of flotation complexes journal “Modern materials engineering and technology” publishing “University book”, Kursk, Russia, 2019 p. 5–9

А. А. НИКОЛАЕНКО, А. А. ГОЛУБ

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Республика Беларусь)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

В данной работе рассматриваются технологии мониторинга и анализа локальных вычислительных сетей, необходимые для поддержки ее в работоспособном состоянии.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС, локальная сеть; англ. Local Area Network, LAN) – компьютерная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий (дом, офис, фирму, институт) [1].

В настоящее время имеется несколько различных классификаций компьютерных сетей, но одной из наиболее распространенных является классификация сетей по способу администрирования. В зависимости от территориального размещения объектов компьютерной вычислительной сети они делятся на глобальные и локальные. Сетевой администратор производит управление сетью или ее сегментом.

Соединение компьютеров между собой в сети может осуществляться с помощью проводных технологий (витая пара, оптические кабели) и беспроводных (Wi-Fi, Bluetooth). В большинстве случаев рабочие станции сети не соединяются напрямую между собой, а используют специальное коммуникационное оборудование (маршрутизаторы, шлюзы, модемы и т. д.), обеспечивающее функционирование компьютерной вычислительной сети [3].

Для поддержания сети в работоспособном состоянии необходимо осуществлять постоянный контроль ее функционирования. В небольших локальных компьютерных сетях для этого достаточно встроенных в операционную систему средств администрирования. Существуют и автономные программные средства контроля, которые помогают администратору сети выявить проблемные участки и устройство сети, а их отключение или реконфигурацию он может выполнять в этом случае вручную [2].

Процесс контроля работы сети обычно делят на два этапа: мониторинг и анализ.

На этапе мониторинга выполняется более простая процедура – процедура сбора первичных данных о работе сети: статистики о количестве циркулирующих в сети кадров и пакетов различных протоколов, состоянии портов концентраторов, коммутаторов и маршрутизаторов и т. п.

Далее выполняется этап анализа, под которым понимается более сложный и интеллектуальный процесс осмысления собранной на этапе мониторинга информации, сопоставления ее с данными, полученными ранее, и выработки предположений о возможных причинах замедленной или ненадежной работы сети.

Все многообразие средств, применяемых для анализа и диагностики вычислительных сетей, можно разделить на несколько крупных классов.

- Агенты систем управления, поддерживающие функции одной из стандартных MIB и поставляющие информацию по протоколу SNMP или CMIP.
- Встроенные системы диагностики и управления (Embedded systems).
- Анализаторы протоколов (Protocol analyzers).
- Экспертные системы.
- Оборудование для диагностики и сертификации кабельных систем.
- Для тестирования кабелей различной категории применяют сетевые анализаторы.
- Для выполнения сертификации в соответствии с требованиями одного из международных стандартов на кабельные системы используют устройства для сертификации кабельных сетей.
- Для диагностики медных кабельных сетей используются кабельные сканеры.
- Для проверки целостности кабелей используются тестеры.
- Многофункциональные портативные устройства анализа и диагностики.

При обучении студентов специальности «Компьютерная физика» принципам работы компьютерных локальных вычислительных сетей и технологий их администрирования для развития практических навыков программирования полезно написание собственных программ, взаимодействующих с сетью, например, создание приложения, осуществляющего контроль скорости работы компьютерной сети, анализ прохождения пакетов и запись в файл полученной информации при прохождении производственных практик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков, Ю. В. Основы локальных сетей: Курс лекций / Ю. В. Новиков, С. В. Кондратенко – М. : Интернет-университет информационных технологий, 2005. – 360 с.
2. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер. – Изд. 2-е. – Питер, 2015. – 996 с.
3. Локальные вычислительные сети: справочник: В 3-х кн. / Под. ред. С.В. Назарова. – М.: Финансы и статистика, 1994. – Т. Кн.1. Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства. – 208 с.

Е. М. ОВСИЮК¹, А. П. САФРОНОВ¹, А. В. ЧИЧУРИН²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²Каталитический университет Люблина (г. Люблин, Польша)

АТОМ ВОДОРОДА В ПРОСТРАНСТВЕ ЛОБАЧЕВСКОГО

Исследована известная система радиальных уравнений, описывающая релятивистский атом водорода на основе уравнения Дирака в пространстве постоянной кривизны Лобачевского. Выведено дифференциальное уравнение второго порядка с 6 регулярными особыми точками, построены его точные решения фробениусовского типа. Для получения правила квантования для значений энергии используется условие, выделяющее трансцендентные решения Фробениуса. Это позволяет найти в явном виде спектр энергий, который интерпретируется физически.

В пространстве Лобачевского H_3 уравнение Дирака с учетом кулоновского потенциала приводит к системе двух уравнений (см. обозначения в [1, 2]; радиальная координата обезразмерена делением на радиус кривизны ρ , $r \in (0, \infty)$)

$$\left(\frac{d}{dr} + \frac{\nu}{\sinh r}\right)f + \left(E + \frac{e}{\tanh r} + m\right)g = 0, \quad \left(\frac{d}{dr} - \frac{\nu}{\sinh r}\right)g - \left(E + \frac{e}{\tanh r} - m\right)f = 0. \quad (1)$$

Преобразуем систему (1) к новой переменной $\tanh \frac{r}{2} = z, z \in (0, 1)$, в результате получим

$$\frac{d}{dz}f + \frac{\nu}{z}f + \left[\frac{e}{z} + \frac{-E - e - m}{z - 1} + \frac{E - e + m}{z + 1}\right]g = 0,$$

$$\frac{d}{dz}g - \frac{\nu}{z}g - \left[\frac{e}{z} + \frac{-E - e + m}{z - 1} + \frac{E - e - m}{z + 1}\right]f = 0.$$

Отсюда следует уравнение 2-го порядка для $f(z)$

$$\frac{d^2 f}{dz^2} + \left[\frac{1}{z} + \frac{1}{z - 1} + \frac{1}{z + 1} - 2 \frac{ez + E + m}{ez^2 + 2(E + m)z + e}\right] \frac{df}{dz} +$$

$$+ \left[2 \frac{2Ee^2 - (E + m)\nu}{ez} + \frac{-(E + e)^2 + m^2 + \nu}{z - 1} + \frac{(E - e)^2 - m^2 - \nu}{z + 1} + \frac{e^2 - \nu^2}{z^2} +$$

$$+ \frac{(E + e)^2 - m^2}{(z - 1)^2} + \frac{(E - e)^2 - m^2}{(z + 1)^2} + \frac{2\nu[ez(E + m) + 2(E + m)^2 - e^2]}{e[ez^2 + 2(E + m)z + e]}\right] f = 0, \quad (2)$$

оно имеет 6 особых точек (вводим обозначение $\frac{E + m}{e} = \sigma > 0$):

$$0, \infty, \pm 1, z_{1,2} = -\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 - 1} \quad (z_1 z_2 = 1, z_1 + z_2 = -2\sigma).$$

Уравнение (2) может быть записано короче:

$$\frac{d^2 f}{dz^2} + \left(\frac{1}{z} + \frac{1}{z-1} + \frac{1}{z+1} - \frac{1}{z-z_1} - \frac{1}{z-z_2} \right) \frac{df}{dz} + \left(\frac{C-D-2\sigma v}{z} - \frac{C-v}{z-1} + \frac{D-v}{z+1} + \frac{e^2-v^2}{z^2} + \frac{C}{(z-1)^2} + \frac{D}{(z+1)^2} + \frac{A}{z-z_1} + \frac{B}{z-z_2} \right) f = 0,$$

где

$$A = 2\nu \frac{\sigma z_1 + 2\sigma^2 - 1}{z_1 - z_2}, \quad B = 2\nu \frac{\sigma z_2 + 2\sigma^2 - 1}{z_2 - z_1}, \quad C = (E+e)^2 - m^2, \quad D = (E-e)^2 - m^2.$$

Около сингулярных точек $+1, -1, 0$ решения ведут себя согласно:

$$f \sim (z-1)^\alpha, \quad \alpha = \pm\sqrt{-C}; \quad f \sim (z+1)^\beta, \quad \beta = \pm\sqrt{-D}; \quad f \sim z^M, \quad M = \pm\sqrt{v^2 - e^2}.$$

Строим решения в виде $f(z) = x^M (z-1)^\alpha (z+1)^\beta \varphi(z)$. Связанным состояниям могут соответствовать следующие значения параметров:

$$M = +\sqrt{v^2 - e^2}, \quad \alpha = +\sqrt{m^2 - (E+e)^2}, \quad \beta = -\sqrt{m^2 - (E-e)^2}.$$

В результате для функции $\varphi(z)$ получаем уравнение

$$\begin{aligned} & \frac{d^2 \varphi}{dz^2} + \left[\frac{2M+1}{z} + \frac{2\alpha+1}{z-1} + \frac{2\beta+1}{z+1} - \frac{1}{z-z_1} - \frac{1}{z-z_2} \right] \frac{d\varphi}{dz} + \\ & + \left[\frac{C-D-(\alpha-\beta)(2M+1)-2\sigma(\nu+M)}{z} + \frac{M(z_1+2\sigma z_1 z_2+z_2)}{z z_2 z_1} + \right. \\ & + \frac{M+\alpha/2+\beta/2-C+\nu+2M\alpha+\alpha\beta}{z-1} + \frac{\alpha(1-z_1 z_2)}{(z-1)(z_1-1)(z_2-1)} - \\ & - \frac{M+\alpha/2+\beta/2-D+\nu+2M\beta+\alpha\beta}{z+1} + \frac{\beta(1-z_1 z_2)}{(z+1)(z_1+1)(z_2+1)} + \\ & \left. + \frac{1}{z-z_1} \left(A - \frac{\alpha}{z_1-1} - \frac{\beta}{z_1+1} - \frac{M}{z_1} \right) + \frac{1}{z-z_2} \left(B - \frac{\alpha}{z_2-1} - \frac{\beta}{z_2+1} - \frac{M}{z_2} \right) \right] \varphi = 0. \end{aligned}$$

Удобно воспользоваться сокращающимися формулы обозначениями

$$\frac{d^2 \varphi}{dz^2} + \left(\frac{P_1}{z} + \frac{P_2}{z-1} + \frac{P_3}{z+1} - \frac{1}{z-z_1} - \frac{1}{z-z_2} \right) \frac{d\varphi}{dz} + \left(\frac{Q_1}{z} + \frac{Q_2}{z-1} + \frac{Q_3}{z+1} + \frac{Q_4}{z-z_1} + \frac{Q_5}{z-z_2} \right) \varphi = 0.$$

Решения Фробениуса для $\varphi(z)$ строим в виде степенных рядов: $\varphi = \sum_{n=0}^{\infty} d_n z^n$, находим 6-членные рекуррентные соотношения:

$$\begin{aligned} & k \geq 4, \quad (Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5)d_{k-4} + \\ & + [(k-3)(k-4) + (P_1+P_2+P_3-2)(k-3) + \\ & + (-Q_1-Q_2-Q_3-Q_5)z_1 + (-Q_1-Q_2-Q_3-Q_4)z_2 + Q_2-Q_3]d_{k-3} + \\ & + [(-z_1-z_2)(k-2)(k-3) + \{(1-P_1-P_2-P_3)z_1 + (1-P_1-P_2-P_3)z_2 + P_2-P_3\}(k-2) + \\ & + Q_3 z_1 z_2 + Q_2 z_1 z_2 + Q_3 z_2 - Q_1 - Q_4 - Q_5 + Q_1 z_1 z_2 + Q_3 z_1 - Q_2 z_2 - Q_2 z_1]d_{k-2} + \\ & + [(z_1 z_2 - 1)(k-1)(k-2) + (2-P_1-P_3 z_1 + P_3 z_2 + P_2 z_1 z_2 + P_1 z_1 z_2 + P_3 z_1 z_2 + \\ & + P_3 z_1 - P_2 z_2)(k-1) + Q_1 z_2 + Q_2 z_1 z_2 + Q_3 z_1 + Q_1 z_1 - Q_3 z_1 z_2 + Q_4 z_2]d_{k-1} + \\ & + [(z_1+z_2)k(k-1) + (-z_1-z_2+P_1 z_1 - P_3 z_1 z_2 + P_1 z_2 + P_2 z_1 z_2)k - Q_1 z_1 z_2]d_k + \\ & + [-z_1 z_2 (k+1)k - P_1 z_1 z_2 (k+1)]d_{k+1} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Для анализа вопроса о радиусе сходимости ряда применяем метод Пуанкаре-Перрона. Возможны следующие радиусы сходимости:

$$R_{\text{conv}} = \left| \frac{1}{R} \right| = +1, +\infty, |z_1|, |z_2|.$$

Обращаясь к рекуррентным соотношениям (3), убеждаемся, что коэффициент при d_{k-4} обращается в нуль, это означает, что в (3) имеем фактически 5-членное рекуррентное соотношение.

В качестве правила квантования применим условие трансцендентности решений Фробениуса:

$$S_{k-3} = 0, \quad k \geq 3, \quad (k-3)(k-4) + (P_1 + P_2 + P_3 - 2)(k-3) + \\ + (-Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4)z_1 + (-Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4)z_2 + Q_2 - Q_3 = 0.$$

С учетом явного вида коэффициентов возникают два альтернативных уравнения:

$$\sqrt{m^2 - (E+e)^2} - \sqrt{m^2 - (E-e)^2} + n = 0; \quad (4)$$

$$\sqrt{m^2 - (E+e)^2} - \sqrt{m^2 - (E-e)^2} + n + \sqrt{v^2 - e^2} + \sqrt{v^2 - e^2} = 0. \quad (5)$$

В уравнение (4) не входит параметр $v = j+1/2$, наиболее интересный случай (5):

$$\sqrt{m^2 - E^2 - e^2 + 2eE} - \sqrt{m^2 - E^2 - e^2 - 2eE} = n + 2\sqrt{v^2 - e^2} = 2N > 0.$$

Он дает формулу для уровней энергии

$$E = m \sqrt{\frac{1 - (e^2 + N^2)/m^2}{1 + \frac{e^2}{N^2}}}, \quad N = \frac{n}{2} + \sqrt{v^2 - e^2}. \quad (6)$$

Найденный спектр похож на спектр для скалярной частицы, известный из решения уравнения Клейна-Фока-Гордона с учетом кулоновского поля на фоне пространства Лобачевского [1, 2].

Существует ограничение: выражение под корнем в (6) должно быть положительным:

$$1 - \frac{e^2}{m^2} - \frac{N^2}{m^2} > 0 \Rightarrow (e^2 + N^2) \frac{\hbar^2}{m^2 c^2 \rho^2} < 1;$$

приводим вид этого уравнения также в обычных единицах измерения. Последнее неравенство означает, что число связанных состояний для частицы со спином 1/2 в пространстве Лобачевского конечно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Red'kov, V. M. Quantum mechanics in spaces of constant curvature / V. M. Red'kov, E. M. Ovsyuk. – Nova Science Publishers, Inc., New York, 2012. – 434 p.
2. Овсюк, Е. М. Точно решаемые задачи квантовой механики и классической теории поля в пространствах с неевклидовой геометрией / Е. М. Овсюк. – Минск : РИВШ, 2013. – 406 с.

Л. Н. ОРЛИКОВ¹, С. М. ШАНДАРОВ¹, Н. В. ПОДАНЕВА²

¹ТУСУР (Томск, Россия)

²МГБОУ СОШ – интернат № 1 (с. Каргасок, Томская обл., Россия)

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ШКОЛЬНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВУЗА

Рассматривается система сопровождения творческого проекта школьников по физике, как фрагмент факультативной учебной деятельности. В качестве площадки для выполнения творческих заданий использовались учебные и научно-исследовательские лаборатории кафедры. Электронные приборы ТУСУРа, оснащенные электрофизическими установками для формирования оптических нанослоев и их исследования оптическими методами. Показано, что взаимодействие педагогического

состава школы и вуза повышает мотивацию школьников к освоению технических дисциплин. В числе проблем взаимодействия вуза и школы отмечены необходимость создания межвузовского центра профориентации и совершенствование дистанционных технологий.

Введение. В настоящее время научно-технический прогресс связан с резким усложнением технологий и дефицитом кадров для его осуществления. Всем нужны творческие, инициативные сотрудники, которые своими успехами могут прославить фирму. В этой связи актуальными являются взаимодействие вуза с будущими абитуриентами на уровне творческих научных исследований.

Цель данного исследования – выявить способы взаимодействия вуза и школы, чтобы мотивировать школьников на изучение технических дисциплин, соблюдая традиции школы и вуза при выполнении образовательных программ.

Задача исследования – проанализировать особенности реализации в вузе творческих заданий, выполняемых школьниками.

Методы исследования. Исследовалось взаимодействие кафедры со школьниками школ 25, 32, 49, 53, политехнического лицея г. Томска, школ Каргасокского и Парабельского районов Томской области. Анализировался опыт других вузов, в том числе зарубежных, в организации подобных мероприятий со школьниками [1]. Наиболее распространенные из известных мероприятий: ведение элективных курсов преподавателями вузов, проведение лабораторно-практических занятий на территории вуза, организация факультетов повышения квалификации учителей, прием в вуз по рекомендации школы.

Проведенные исследования. Исследования проводились на дисциплине «Физика» для выпускных классов. В группах из разных школ в разное время было по 2–3 человека.

Сопровождение исследований. Каждой группе предлагалось сформулировать творческое задание исходя из наклонностей, пожеланий учителя физики и профиля кафедры. Свобода выбора направления творчества – это тенденция передовых образовательных школ многих стран мира. Все задания выполнялись в виде мастер-класса с преподавателем. Задание разбивается на две части: учебную и исследовательскую. Методическая часть исследований представлена электронным пакетом лекций, пособий, образцов работ. Важным моментом методического сопровождения является научная тетрадь школьника, в которой записываются идеи, сведения об оборудовании, результаты исследований, эскизы. Положительным моментом являются встречи специалистов и руководителей лабораторий, приглашения на выставки, олимпиады и студенческие конференции. Подготовка мастер-класса организуется так, чтобы у школьника непременно получилось. Обращалось внимание, на малоизученные стороны явлений, отсутствие «дна» для познания, а также необходимость применения физики, математики, информатики.

Полученные результаты. Наибольшая активность школьников наблюдается при реализации «технологии интенсивной педагогики» в виде «обзорной лекции-беседы» по достижениям науки и техники, совмещенной с экскурсией и экспериментом. Со временем к школьникам приходит понимание сути явления, отсутствия готового решения в Интернете, появляются идеи для творчества. Мастер-класс для школьников должен быть более наглядным и более структурированным, чем для студентов, с остановками на фотосессии. Эпизоды из личной жизни ученых, история открытий – это дополнительный привлекательный стимул для познания явлений.

Наибольшую трудность школьники испытывают при составлении эскизов, при осмыслении результатов расчетов. Текущее обсуждение экскурсий и предстоящих экспериментов активизирует тезис «от удивления к действию». У школьника появляется смелость держаться перед аудиторией, отстаивать свое мнение, происходит переосмысление работы, появляются друзья, возникают идеи по продолжению исследований. Творческая атмосфера создает эмоциональный аспект доброжелательности и привлекательности.

В итоге повышается креативность и индукция мыслительной деятельности школьников. Запускается программа самоопределения и расцвета личности школьника.

Практика показала перспективность системы сопровождения творческих заданий для школьников в стенах вуза. Это способствует ориентации и стабилизации интересов школьников. После занятий в весеннем семестре школьники не испытали дискомфорта выбора вуза.

Проведенная школьниками работа по определению степени чистоты окон по величине теплообразующего эффекта рекомендована для практического использования.

Выводы. Описанная технология выявила некоторые проблемы. Одна из них – большие затраты при небольшом числе занимающихся учеников. Наиболее результативной и менее затратной по времени оказалась кружковая работа на инициативных началах по режиму выходного дня.

Пока недостаточно внимания уделяется взаимодействию вуза и школы в дистантном режиме. Практика показала положительное влияние заочных туров олимпиад на профориентацию школьников. Важным является обновление сайтов по профессиональной ориентации. Краткосрочное взаимодействие

со школой в период проведения выездных олимпиад не позволяет провести дни вуза в школе, прочитать лекции по достижениям науки и техники, провести встречи с родителями будущих абитуриентов.

В итоге видно, что работа вуза со школьниками – работа нужная, интересная, многогранная, но со своими проблемами. При взаимодействии школы и вуза происходит мягкая адаптация и ориентация на обучение в том или ином вузе. В том, что школьники недостаточно мотивированы на изучение физики, математики и информатики, виноваты условия, в которых формируются их взгляды на перспективы своего развития. Школа находится в центре, определяя собственную политику сотрудничества с различными вузами, учитывая разнонаправленность вектора интересов школьников.

Вопросы, выносимые на обсуждение. В итоге опыт физических исследований школьников на территории вуза обозначил ряд нерешенных проблем. Для их решения, вероятно, перспективно создать межвузовский центр профориентации со своими программами в области физико-математического образования и интеллектуального развития. Особая роль отводится технологиям визуального взаимодействия школы и вуза. Непременно потребуются силы, средства, а главное энтузиазм для обновления физических кабинетов школ. При этом задача школы и вуза по формированию у каждого школьника активной жизненной позиции является приоритетной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондрашова, А. В. Формы взаимодействия школы и вуза в современных условиях / А. В. Кондрашова // Междунар. научно-исслед. журнал. – 2017. – № 09 (63). Сер. Пед. науки. – Ч. 1. – С. 146–149. – <https://doi.org/10.23670/TRJ.2017.63.056> (дата обращения 7.01.20).

В. С. ПИСКУНОВ

УЗ «Витебский областной клинический онкологический диспансер» (г. Витебск, Беларусь)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ДОЗИМЕТРИИ РАДИАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ В ДИСТАНЦИОННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

В современной лучевой терапии наблюдается тенденция к увеличению использования малых полей в планах лучевой терапии, чему способствует общая доступность стандартных многолепестковых коллиматоров (multileaf collimator - MLC) и лечебных аппаратов нового поколения различного дизайна.

Для традиционной конвенциональной лучевой терапии дозиметрия основана на широко принятых протоколах таких, как серия технических докладов № 398 [1], публикация Американской ассоциации физиков в медицине (AAPM) – протокол TG-51 [2]. Эти и другие протоколы основаны на измерениях с использованием ионизационной камеры с калибровочным коэффициентом для перехода от единиц заряда к поглощенной дозе в воде, определяемым в лаборатории первичных стандартов по дозиметрии для эталонных условий, таких как опорный размер поля 10см × 10см. Отклонения от эталонных условий, такие как определение поглощенной дозы в воде для пучков с различными размерами поля, рассматривались менее подробно или не учитывались вообще.

В настоящее время растет интерес к использованию таких методик облучения, как стереотаксическая радиохирurgia (stereotactic radiosurgery – SRS), стереотаксическая лучевая терапия тела (stereotactic body radiotherapy – SBRT), лучевая терапия с модуляцией интенсивности (intensity modulated radiotherapy – IMRT), в которых широко используются малые поля. Это увеличило неопределенности при проведении клинической дозиметрии, в особенности для малых полей, основанной на описанных выше протоколах измерений. В то же время наблюдаемые дозиметрические погрешности стали больше и оказывают значительное влияние на предполагаемый результат курса лучевой терапии, чем при использовании стандартных радиационных полей. В основном по нескольким причинам: стандартные условия, рекомендуемые обычными протоколами, не могут быть реализованы на некоторых радиотерапевтических аппаратах; процедуры измерения для определения поглощенной дозы в воде в малых и сложных полях не стандартизированы.

В 2017 г. МАГАТЭ выпустило доклад по теме дозиметрии малых полей (TRS № 483) [3]. Этот доклад носит рекомендательный характер и относится только к статическим полям с номинальной энергией высокоэнергетических фотонов до 10 МэВ.

Условия определения малого поля

По крайней мере одно из следующих трех физических условий должно быть выполнено, чтобы внешний фотонный пучок был обозначен как малое поле:

- 1) Потеря латерального равновесия заряженных частиц (lateral charged particle equilibrium – LCPE) (рисунок 1);
- 2) Частичное перекрытие первичного источника фотонов коллимирующими устройствами (рисунок 2);

3) Размер детектора такой же или больше по сравнению с размерами радиационного поля (рисунок 3).

Первые две характеристики связаны с пучком, а третья – с детектором для данного размера поля. Во всех этих трех условиях присутствует перекрытие между полутенью поля и объемом детектора.

Потеря LCPE происходит в пучках фотонов, если половина ширины или радиус пучка меньше диапазона максимального пробега вторичных электронов, которые вносят существенный вклад в поглощенную дозу.

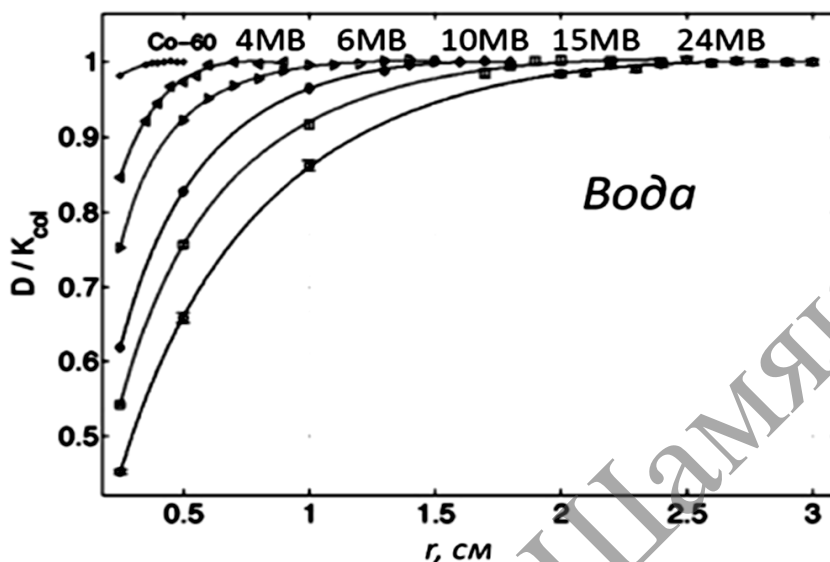


Рисунок 1. – Отношения поглощенной дозы в воде к ионизационной керме (D/K_{col}) в зависимости от радиуса пучка, просчитанные методом Монте-Карло на глубине 5 см для фотонных пучков высоких энергий [4]

Отсутствие LCPE является проблемой для экспериментальной дозиметрии, поскольку нарушается баланс заряженных частиц, попеременно рассеянных в пучок и из пучка.

Второе условие продемонстрировано на рисунке 2. В малом поле, созданном коллиматором, который экранирует часть первичного источника фотонов, выходная мощность на центральной оси пучка будет более низкой по сравнению с размерами поля, где источник полностью открыт.

Потеря LCPE и эффект частичного перекрытия первичного источника фотонов вызывают резкое падение мощности пучка с уменьшением размера поля. Это падение становится более выраженным при увеличении энергии пучка фотонов или уменьшении плотности среды (в обоих случаях возрастают электронные диапазоны).

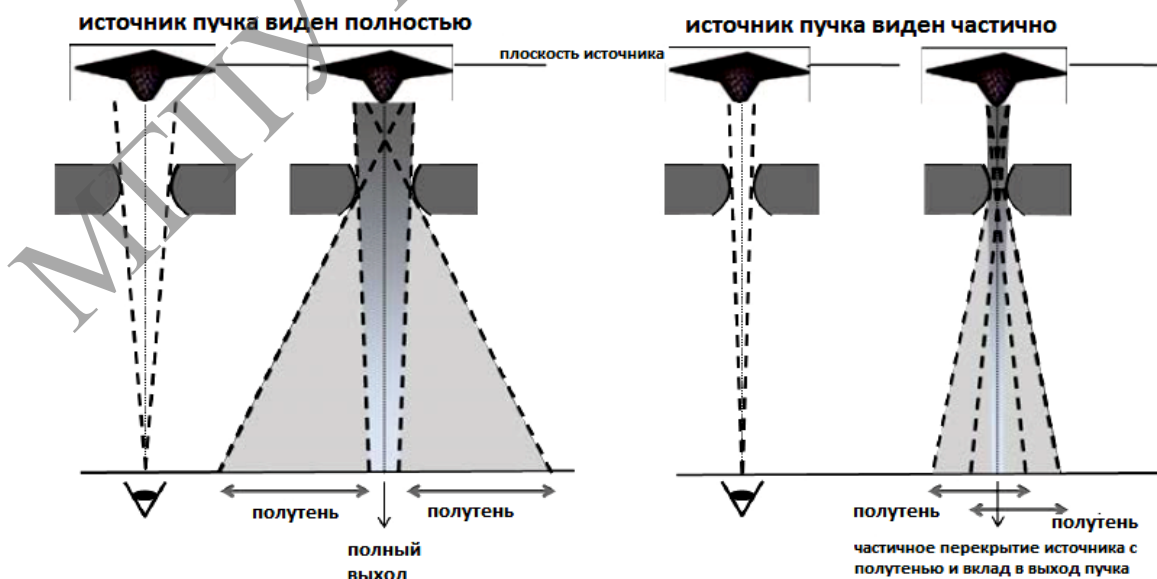


Рисунок 2. – Схематическое изображение эффекта частичного перекрытия источника [5]

Третья особенность, которая характеризует малое поле – это размер детектора относительно размера поля излучения. Детектор генерирует сигнал, который пропорционален средней поглощенной дозе в его чувствительном объеме, и на этот сигнал влияет однородность поглощенной дозы в объеме детектирования (усреднение по объему). Этот эффект в малом поле показан на рисунке 3.

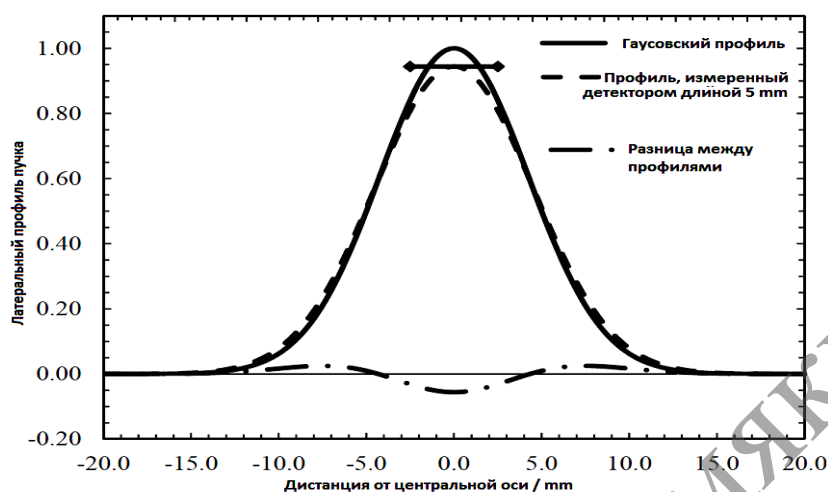


Рисунок 3. – Схематическое изображение эффекта усреднения по объему в одном измерении [6]

Выбор детектора крайне важен при дозиметрии малых полей. Нет идеального детектора, его выбор зависит от конкретных условий измерений. Настоятельно рекомендуется сравнение двух или более детекторов.

Точная дозиметрия малых полей важна при вводе в эксплуатацию линейных ускорителей и является сложной задачей, особенно для очень маленьких полей, используемых в стереотаксической радиотерапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy. An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water / IAEA Technical Report Series № 398. – Vienna, 2000.
2. ALMOND, P. R., et al., AAPM’s TG-51 protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon and electron beams / Med. Phys. 26 (1999) 1847–1870.
3. Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Reference and Relative Dose determination. / IAEA TRS 483, Vienna, 2017.
4. PAPACONSTADOPOULOS, P., On the Detector Response and the Reconstruction of the Source Intensity Distribution in Small Photon Fields / PhD Thesis, McGill Univ. (2016).
5. INSTITUTE OF PHYSICS AND ENGINEERING IN MEDICINE, Small Field MV Photon Dosimetry / IPEM Rep. 103, York (2010).
6. WUERFEL, J., Dose measurements in small fields / Med. Phys. Int.1 (2013) 81–90.

П. А. ПОДКОПАЕВ, С. В. КОРЧЕМЕНКО

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

ОБ АСИМПТОТИКЕ ЧИСЛА СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ

В работе [1] получено решение одномерного уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + V(x,t)u(x,t) \quad (0 < x < l, 0 < t \leq t^* < \infty) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$u|_{t=0} = \varphi(x) \quad (0 < x < l) \quad (2)$$

и граничными условиями

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x} - hu\right)\Big|_{x=0} = 0, \left(\frac{\partial u}{\partial x} + hu\right)\Big|_{x=l} = 0 \quad (3)$$

в виде континуального интеграла по мере Винера. Функции $V(x, t)$ и $\varphi(x)$, входящие в задачу (1)–(3), удовлетворяют условиям корректной разрешимости, a и h – некоторые положительные числа. Результаты исследования начально-краевой задачи (1) – (3) используются для нахождения асимптотического представления при $\lambda \rightarrow \infty$ спектральной функции $N(\lambda) = \sum_{\lambda_n < \lambda} 1$, где λ_n ($n = 1, 2, \dots$) – собственные значения задачи Штурма-Лиувилля, соответствующей задаче (1)–(3)

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{1}{a^2}(V(x) - \lambda)\psi(x) = 0,$$

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial x} - h\psi\right)\Big|_{x=0} = 0, \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} + h\psi\right)\Big|_{x=l} = 0 \quad .$$

Пусть решение $u(x, t)$ задачи (1)–(3) является функцией, определенной на отрезке $[0, t^*]$ со значениями в гильбертовом пространстве $L^2[0, l]$ с нормой

$$\|u\| = \sup_{0 \leq t \leq t^*} \left(\int_0^l u^2(x, t) dx \right)^{1/2}.$$

Тогда это решение эквивалентно решению соответствующего интегрального уравнения, из которого путем последовательной подстановки получим представление решения задачи (1)–(3) в виде следующего сходящегося ряда:

$$u(x, t) = \sum_{v=0}^{\infty} \int_0^t dt_1 \dots \int_0^{t_{v+1}} dt_v \int_{-\infty}^{\infty} d\xi_1 \dots \int_{-\infty}^{\infty} d\xi_{v+1} \prod_{j=0}^v \frac{1}{2a\sqrt{\pi(t_j - t_{j+1})}} \exp\left\{ -\frac{(\xi_j - \xi_{j+1})^2}{4a^2\pi(t_j - t_{j+1})} \right\} \tilde{a}(\xi_j, \xi_{j+1}, t_j - t_{j+1}) \times$$

$$\times V(|f(\xi_j)|, t_j) \varphi(|f(\xi_{v+1})|),$$

где $\xi_0 = x, t_0 = t, t_{v+1} = 0, V(|f(\xi_0)|, t_0) \equiv 1, f(u) = \frac{2l}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin \frac{n\pi u}{l}$.

Пусть $\psi_j(x)$ ($j = 1, 2, \dots$) – собственные функции задачи Штурма-Лиувилля, ортонормированные в $L^2[0, l]$ и отвечающие собственным значениям λ_j , тогда функция Грина задачи (1)–(3) может быть записана в виде

$$\Gamma(x, \xi, t) = \sum_{j=1}^{\infty} \exp(-\lambda_j t) \psi_j(x) \psi_j(\xi).$$

Эту же функцию Грина можно получить в виде интеграла по условной мере Винера из представления (6), заменив функцию φ на δ -функцию Дирака [1].

Сравнивая указанные выражения для функции Грина при $x = \xi$, получим, что при $t \rightarrow 0$

$$\sum_{j=1}^{\infty} \exp(-\lambda_j t) \psi_j^2(x) \sim \frac{1}{a\sqrt{2}} (2\pi t)^{-\frac{1}{2}}.$$

При $\lambda \rightarrow \infty$ из классической тауберовой теоремы [2] будем иметь

$$\sum_{j=1}^{\infty} \psi_j^2(x) \sim \frac{1}{a\pi} (\lambda)^{\frac{1}{2}}.$$

Поскольку $\psi_j(x)$ представляет собой ортонормированную систему функций в $L^2 [0, l]$, то, интегрируя последнее асимптотическое выражение по x на отрезке $[0, l]$, получим следующее асимптотическое выражение для спектральной функции $N(\lambda)$:

$$N(\lambda) = \sum_{\lambda_n < \lambda} 1 \sim \frac{1}{\pi} (\lambda)^{\frac{1}{2}}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Добрушкин, В. А. О представлении решения краевых задач для уравнения теплопроводности в виде континуального интеграла по мере Винера / В. А. Добрушкин, П. А. Подкопаев // Изв. АН БССР: Сер. физ.-мат. Наук. – 1983г. – № 6. – С. 9–14.
2. Титчмарш, Е. Теория функций / Е. Титчмарш. – М.: Наука, 1980. – 463 с.

О. В. ПОПЧЕНЯ

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ

В данной работе собраны рекомендации международных организаций по обеспечению качества проведения диагностических исследований методом позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) и процедур контроля качества диагностического оборудования, используемого при проведении ПЭТ-исследования.

Рекомендации предназначены для администрации медицинских организаций, инженеров, медицинских физиков, техников, врачей-радиологов, а также организаций, производящих и обслуживающих оборудование для радионуклидной диагностики.

Под обеспечением качества при проведении ПЭТ диагностики подразумеваются планируемые и систематически проводимые мероприятия, необходимые для обеспечения соответствия диагностического процесса установленным медико-техническим требованиям к качеству:

- мероприятия по контролю качества основного и вспомогательного оборудования для проведения исследований методом ПЭТ;
- мероприятия по контролю качества работы персонала при проведении исследований методом ПЭТ;
- мероприятия по обеспечению радиационной защиты пациентов при проведении исследований методом ПЭТ.

Контроль качества работы оборудования включает:

- проверку во время установки нового оборудования для оценки соответствия заявленным характеристикам и задания базовых значений контролируемых параметров;
- периодические процедуры контроля качества, калибровку и поверку оборудования;
- регулярную метрологическую поверку дозиметрических приборов [1].

Программа обеспечения качества должна включать процедуры контроля качества оборудования с подробным перечнем контролируемых параметров и периодичностью их контроля. В программе указываются ответственные за проведение калибровок и поверок оборудования (медицинский физик, инженер, метролог, сотрудник группы радиационной безопасности) и график проведения калибровок, процедур контроля качества и поверок.

Результаты процедур контроля качества оборудования фиксируются записями в журнале контроля качества работы оборудования. В журнале содержится следующая информация:

- наименование оборудования, подлежащего поверке, калибровке и контролю качества;
- сведения о методике поверки, калибровки или процедуры контроля качества;
- дата проведения поверки, калибровки или процедуры контроля качества;
- результаты поверки, калибровки или процедуры контроля качества;
- заключение о возможности использования оборудования;
- в случае непрохождения поверки, калибровки или контроля качества – сведения о мероприятиях по устранению причин;
- дата следующей поверки, калибровки или процедуры контроля качества;
- подпись и должность ответственного лица.

Сведения, содержащиеся в журнале, должны подтверждаться записями в журнале технического обслуживания, свидетельствами о проверке, протоколами проведения процедур контроля качества и пр.

В программе обеспечения качества прописываются все процедуры контроля качества оборудования, включая:

- процедуры проверки параметров аппарата ПЭТ, которые проводятся согласно руководству по эксплуатации аппарата;
- в случае ПЭТ/КТ аппарата, дозиметрия КТ-аппарата, т. е. проверка дозиметрических характеристик (CTDI – компьютерно-томографического индекса дозы и DLP – произведение дозы на длину сканирования);
- в случае ПЭТ/КТ аппарата, процедуры оценки качества работы КТ (однородность, толщина среза, абсолютные значения КТ-единиц (чисел Хаунсфилда), для каждого протокола сканирования проводится оценка пространственного разрешения и шума КТ-изображения;
- контроль качества измерительного оборудования, с которым проводятся работы на отделении;
- контроль качества диагностического оборудования отделения (инжектор, фасовщик и пр.), согласно руководству пользователя;
- проверку синхронизации времени в фасовочной РФП (измерительное оборудование), процедурной введения РФП и на станции сбора данных томографа (ежедневно) [1];
- проверку однородности ПЭТ-изображения согласно рекомендациям производителя (не реже, чем раз в неделю);
- калибровку ПЭТ-аппарата для определения значений SUV согласно рекомендациям производителя ПЭТ-аппарата;
- процедуру проверки кросс-калибровки дозкалибратора и ПЭТ-аппарата с использованием однородного цилиндрического фантома (при необходимости, после калибровки измерительного или диагностического оборудования) [2].

Ответственным за выполнение процедур контроля качества оборудования является медицинский физик или инженер отделения. Процедуры контроля качества могут проводиться с привлечением фирм, осуществляющих техническое обслуживание оборудования в рамках действия их сертификатов, и испытательных лабораторий, в область аккредитации которых входят данные процедуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный Стандарт 61223-2-6 – 2001: Оценка и контроль эксплуатационных параметров рентгеновской аппаратуры в отделениях (кабинетах) рентгенодиагностики. Часть 2-6. Испытания на постоянство параметров. Аппараты для рентгеновской компьютерной томографии. / ГОСТ Р МЭК – М.: Госстандарт России, 2001.
2. Государственный стандарт 61675-1-2013: Устройства визуализации. Радионуклидные характеристики и методы испытаний. Часть 1. Позитронные эмиссионные томографы. / ГОСТ Р МЭК 61675-1-2013. – М.: Госстандарт России, 2013.

О. В. ПОПЧЕНЯ

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АППАРАТУ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ, СОВМЕЩЕННОМУ С РЕНТГЕНОВСКИМ КОМПЬЮТЕРНЫМ ТОМОГРАФОМ

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) является неивазивной ядерной технологией визуализации, которая включает введение пациенту радиофармпрепарата, меченого испускающим позитроны радионуклидом, и последующую визуализацию распределения и кинетики этого радиоактивного вещества в организме пациента.

Позитронно-эмиссионная томография применяется в неврологии, кардиологии и онкологии. Совмещение ПЭТ и компьютерного томографа (КТ) позволило существенно повысить диагностическую ценность медицинских изображений, т. к. КТ-изображения несут анатомическую информацию, а ПЭТ – метаболическую. Наложение ПЭТ- на КТ-изображения позволяет с хорошей точностью локализовать очаги накопления радиофармпрепарат[1].

Для обеспечения высокого диагностического качества ПЭТ/КТ-изображения требуется постоянный контроль характеристик сканера для своевременного обнаружения их отклонений от заявленных производителем значений и принятия соответствующих мер.

Современная медицинская диагностика предъявляет жесткие требования к информативности изображений, поэтому вопрос гарантии качества стоит весьма остро. Зачастую производители рекомендуют проводить весьма сокращенный набор измерений, которые не обеспечивают гарантию качества в соответствии с международными и государственными стандартами. Кроме того, не все

измерения, входящие в названные стандарты, можно проводить на том или ином сканере из-за отсутствия необходимых фантомов и особенностей их программного обеспечения.

Следует особо отметить отсутствие официальных стандартов, регламентирующих комплексную проверку комбинированных ПЭТ/КТ-сканеров. На этот счет существуют только рекомендации Международного агентства по атомной энергии и фирм-производителей подобных сканеров.

Таким образом, возникает необходимость разработки программы гарантии качества, адаптированной к условиям конкретного отделения ПЭТ. Цель данной работы – определить минимальный необходимый набор характеристик, которые подлежат контролю для каждого ПЭТ/КТ-сканера и будут являться необходимыми для измерения в рамках любого ПЭТ отделения.

Контролю на рентгеновских компьютерных томографах подвергаются следующие группы характеристик:

- система радиационной безопасности;
- электромеханические характеристики сканера;
- качество изображения;
- дозиметрические характеристики.

На рентгеновских компьютерных томографах проверяются следующие устройства, контролирующие радиационную безопасность:

- информационные табло и сигнальные лампочки;
- громкоговорящая связь;
- аварийные выключатели излучения.

На рентгеновских компьютерных томографах проверяются следующие электромеханические характеристики сканера:

- система световой локализации;
- точность движений стола.

На рентгеновских компьютерных томографах проверяются следующие параметры качества изображения:

- КТ-число, однородность и шум в однородной среде;
- пространственная разрешающая способность;
- контрастная разрешающая способность;
- толщина среза;
- измерение расстояний.

В рентгеновской компьютерной томографии наибольшее практическое значение имеют две дозиметрические характеристики:

- Computed Tomography Dose Index (CTDI);
- произведение доза-объем (DLP).

Контролю на позитронно-эмиссионных томографах подвергаются следующие характеристики:

- однородность изображения;
- пространственное разрешение;
- отношение сигнал/шум;
- стабильность детекторной системы;
- кросс-калибровочный коэффициент.

Контролю на позитронно-эмиссионных томографах, совмещённых с рентгеновскими компьютерными томографами, подвергаются следующие характеристики:

• кросс-калибровочный коэффициент и комплексная проверка системы в режиме клинического исследования;

- смещение зоны наблюдения [2].

В результате данной работы обоснована необходимость создания программы гарантии качества для каждого отделения ПЭТ, целью которой является контроль ключевых характеристик сканера для обеспечения его корректной работы, а также установлен перечень характеристик, которые подлежат периодическому контролю. Этот список достаточен для оптимального контроля и обеспечения корректной работы аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудас, М. С. Позитронно-эмиссионная томография в клинической практике: учебно-методическое пособие / Михаил Рудас, Ирина Насникова, Григорий Матякин. – М. : ЦКБ УДП РФ, 2007. – 53 с.
2. Тарутин, И. Г. Протокол контроля качества работы рентгеновских компьютерных томографов / И. Г. Тарутин, С. А. Хоружик, Г. В. Чиж / утв-н МЗ РБ 26.06.2006 г., № 192-1205 // Минск: ГУ НИИ онкологии и медицинской радиологии им Н. Н. Александрова. – Минск, 2006.

В. М. РЕДЬКОВ, А. В. ИВАШКЕВИЧ

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

РЕШЕНИЯ СПИНОРНЫХ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА В ПСЕВДОРИМАНОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ-ВРЕМЕНИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕД

Цель настоящей работы – показать, каким образом решения уравнений Максвелла при использовании псевдоримановой структуры пространства-времени можно интерпретировать как решения уравнений Максвелла в пространстве Минковского, но в эффективных материальных средах (см. описание этой возможности применительно к декартовым координатам fm в [1]). В качестве примеров исследуем пространство де Ситтера, анти де Ситтера, Шварцшильда, а также гиперболическое пространство Лобачевского и сферическое пространство Римана. Будут рассматриваться системы координат со сферической и цилиндрической симметрией.

Пусть в пространстве Минковского есть некоторая криволинейная система координат (x^σ) с метрическим тензором $G_{\alpha\beta}(x)$. Уравнения Максвелла в среде в этом пространстве можно представить в виде

$$\partial_\alpha F_{\beta\gamma} + \partial_\beta F_{\gamma\alpha} + \partial_\gamma F_{\alpha\beta} = 0, \quad \frac{1}{\sqrt{-G}} \partial_\beta \sqrt{-G} H^{\alpha\beta} = J^\alpha; \quad (1)$$

где $G = \det[G_{\alpha\beta}(x)]$ – определитель метрического тензора; связь между тензорами H_{ab} и F_{ab} должна задаваться материальными уравнениями. Пусть также есть псевдориманово пространство-время, метрический тензор которого $g_{\alpha\beta}(x)$ задан в формально похожей системе координат. Вакуумные уравнения Максвелла в этом пространстве имеют вид

$$\partial_\alpha f_{\beta\gamma} + \partial_\beta f_{\gamma\alpha} + \partial_\gamma f_{\alpha\beta} = 0, \quad \frac{1}{\sqrt{-g}} \partial_\beta \sqrt{-g} h^{\beta\alpha} = j^\alpha, \quad (2)$$

приведем соотношения, связывающие два электромагнитных тензора:

$$h_{\alpha\beta}(x) = \varepsilon_0 f_{\alpha\beta}(x), \quad h^{\alpha\beta}(x) = \varepsilon_0 g^{\alpha\rho}(x) g^{\beta\sigma}(x) f_{\rho\sigma}(x). \quad (3)$$

Второе уравнения из (2) может быть переписано как

$$\frac{\sqrt{-G}}{\sqrt{-g}} \frac{1}{\sqrt{-G}} \partial_\beta \sqrt{-G} \frac{\sqrt{-g}}{\sqrt{-G}} h^{\beta\alpha} = j^\alpha. \quad (4)$$

Если ввести новые переменные

$$F_{\alpha\beta}(x) = f_{\alpha\beta}(x), \quad H^{\beta\alpha}(x) = \frac{\sqrt{-g}}{\sqrt{-G}} h^{\beta\alpha}(x), \quad J^\alpha(x) = \frac{\sqrt{-g}(x)}{\sqrt{-G}(x)} j^\alpha(x), \quad (5)$$

то уравнения (2) принимают вид уравнений Максвелла (1) в плоском пространстве, но в некоторой эффективной материальной среде с определенными материальными уравнениями:

$$\partial_\alpha F_{\beta\gamma} + \partial_\beta F_{\gamma\alpha} + \partial_\gamma F_{\alpha\beta} = 0, \quad \frac{1}{\sqrt{-G}} \partial_\beta \sqrt{-G} H^{\alpha\beta} = J^\alpha; \quad (6)$$

$$H^{\alpha\beta}(x) = \varepsilon_0 \frac{\sqrt{-g(x)}}{\sqrt{-G(x)}} g^{\alpha\rho}(x) g^{\beta\sigma}(x) F_{\rho\sigma}(x). \quad (7)$$

Сначала обратимся к сферически симметричным моделям пространства–времени с горизонтом событий (предполагаем, что токи отсутствуют). Все такие модели имеют метрику вида

$$dS^2 = \varphi dt^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2 - \varphi^{-1} dr^2, \quad (8a)$$

которую можно сопоставлять с метрикой пространства Минковского в сферических координатах:

$$dS_0^2 = dt^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2 - dr^2 = dt^2 - h_1 d\theta^2 - h_2 d\phi^2 - h_3 dr^2. \quad (8b)$$

Поскольку определители метрик (8a) и (8b) совпадают, то уравнения связи (7) упрощаются. С учетом явного метрического тензора

$$x^\alpha = (t, \theta, \phi, r), \quad g_{\beta\alpha} = \begin{vmatrix} \varphi & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -r^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 \sin^2 \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1/\varphi \end{vmatrix}, \quad (9)$$

находим индуцированные метрикой материальные уравнения

$$H^{0j} = \varepsilon_0 g^{00} g^{jj} F_{0j}, \quad H^{01} = \frac{1}{\varphi} \left(-\frac{\varepsilon_0}{r^2} F_{01} \right), \quad H^{02} = \frac{1}{\varphi} \left(-\frac{\varepsilon_0}{r^2 \sin^2 \theta} F_{02} \right), \quad H^{03} = -\varepsilon_0 F_{03},$$

$$H^{ij} = \varepsilon_0 g^{ii} g^{jj} F_{ij}, \quad H^{23} = \varphi \left(\frac{\varepsilon_0}{r^2 \sin^2 \theta} F_{23} \right), \quad H^{31} = \varphi \left(\frac{\varepsilon_0}{r^2} F_{31} \right), \quad H^{12} = \left(\frac{\varepsilon_0}{r^4 \sin^4 \theta} F_{12} \right).$$

Эти соотношения можно записать по-другому:

$$D^\theta = \frac{1}{\varphi} \cdot \varepsilon_0 \frac{E_\theta}{r^2}, \quad D^\phi = \frac{1}{\varphi} \cdot \varepsilon_0 \frac{E_\phi}{r^2 \sin^2 \theta}, \quad D^r = \varepsilon_0 E_r;$$

$$H^\theta = \varphi \cdot \frac{1}{\mu_0} \frac{B_\theta}{r^2 \sin^2 \theta}, \quad H^\phi = \varphi \cdot \frac{1}{\mu_0} \frac{B_\phi}{r^2}, \quad H^r = \frac{1}{\mu_0} \frac{B_r}{r^4 \sin^4 \theta}; \quad (10)$$

При этом были учтены равенство $c^2 = 1/\varepsilon_0 \mu_0$ и определения

$$(F_{ab}) = \begin{vmatrix} 0 & -E^1 & -E^2 & -E^3 \\ E^1 & 0 & -cB^3 & +cB^2 \\ E^2 & +cB^3 & 0 & -cB^1 \\ E^3 & -cB^2 & +cB^1 & 0 \end{vmatrix}, \quad (H^{ab}) = \begin{vmatrix} 0 & -D^1 & -D^2 & -D^3 \\ D^1 & 0 & -H^3/c & +H^2/c \\ D^2 & +H^3/c & 0 & -H^1/c \\ D^3 & -H^2/c & +H^1/c & 0 \end{vmatrix}.$$

Соотношения (10) можно представить с помощью двух трехмерных тензоров эффективной электрической и магнитной проницаемостей:

$$D^i(x) = \varepsilon_0 \varepsilon_{ij}(x) E_{(j)}(x), \quad H^i(x) = \frac{1}{\mu_0} \mu_{ij}(x) B_{(j)}(x),$$

$$[\varepsilon_{ij}(r)] = \begin{vmatrix} \varphi^{-1}(r) & 0 & 0 \\ 0 & \varphi^{-1}(r) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad [\mu_{ij}(r)] = \begin{vmatrix} \varphi(r) & 0 & 0 \\ 0 & \varphi(r) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (11)$$

где введены величины, описывающие электромагнитное поле в сферической системе координат пространства Минковского:

$$E_{(j)} = \frac{E_j}{h_j}, \quad B_{(1)} = \frac{B_1}{h_2 h_3}, \quad B_{(2)} = \frac{B_2}{h_3 h_1}, \quad B_{(3)} = \frac{B_3}{h_1 h_2}. \quad (12)$$

Явный вид функции $\varphi(r)$ для разных моделей геометрии разных; например, для пространств де Ситтера, анти де Ситтера и Шварцшильда имеем соответственно следующие выражения:

$$\varphi = 1 - r^2, \quad r \in (0, +1); \quad \varphi = 1 + r^2, \quad r \in (0, +\infty); \quad \varphi = 1 - \frac{1}{r}, \quad r \in (1, +\infty). \quad (13)$$

Можно привести пример систем с цилиндрической симметрией, рассмотрев сферическую модель Римана и гиперболическую модель Лобачевского. Метрика пространства Римана может быть сопоставлена с метрикой плоского пространства (нумерация координат такая $x^\alpha = (t, r, \phi, z)$)

$$g_{\alpha\beta} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\sin^2 r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\cos^2 z \end{vmatrix}, \quad G_{\alpha\beta} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}, \quad (14)$$

Генерируемые метрикой $g_{\alpha\beta}$ материальные уравнения задаются тензорами

$$E^{(j)} = \frac{E_j}{h_j}, \quad B^{(1)} = \frac{B_1}{h_2 h_3}, \quad B^{(2)} = \frac{B_2}{h_3 h_1}, \quad B^{(3)} = \frac{B_3}{h_1 h_2},$$

$$[\varepsilon_{ij}(r, z)] = \begin{vmatrix} \frac{\sin r \cos z}{r} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{r \cos z}{\sin r} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\sin r}{r \cos z} \end{vmatrix}, \quad [\mu_{ij}(r, z)] = \begin{vmatrix} \frac{r}{\sin r \cos z} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\sin r}{r \cos z} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{r \cos z}{\sin r} \end{vmatrix} \quad (15)$$

цилиндрические компоненты электромагнитного поля в плоском пространстве определены соотношениями (12) с учетом

$$dS_0^2 = dt^2 - dr^2 - r^2 d\phi^2 - dz^2 = dt^2 - h_1 dr^2 - h_2 d\phi^2 - h_3 dz^2.$$

В случае пространства Лобачевского результат будет аналогичным, следует заменить обычные тригонометрические функции на гиперболические.

Соотношения (13), (17) в наиболее компактной форме описывают эффективные материальные уравнения, генерируемые псевдоримановой структурой пространства–времени. Простота этих соотношений обманчива, поскольку в каждой из этих моделей пространства уравнения Максвелла нужно решать отдельно. В работы построены такие решения, при этом используется спинорная форма уравнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редьков, В. М. Поля частиц в римановом пространстве и группа Лоренца / В. М. Редьков // Белорусская наука. – 2009. – 486 с.

Р. Я. РОМАНИШИН

Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефаника (г. Ивано-Франковск, Украина)

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА В КОНТЕКСТЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В начальной школе учащиеся овладевают арифметическими действиями сложения, вычитания, умножения и деления, поэтому вычислительная деятельность имеет целью нахождение результата арифметических действий сложения, вычитания, умножения и деления (нацело или с остатком) целых неотрицательных чисел в пределах миллиона.

Исходя из определения деятельности П. Гальпериным как процесса, который систематически или эпизодически восстанавливается “деятелем” и приводит к определенному результату [1], под вычислительной деятельностью понимаем процесс, результатом которого является выполнение арифметических действий между числами. В контексте нашего исследования, вслед за В. Давыдовым [2], рассматриваем вычислительную деятельность как присущую только человеку, что является специфической формой общественного бытия людей и состоит в целенаправленном преобразовании ими действительности.

Исходя из понимания предмета деятельности А. Леонтьевым [3], под *предметом вычислительной деятельности* понимаем процесс выполнения арифметических действий с числами, поэтому вычислительная деятельность является умственной деятельностью индивида. *Предметом вычислительной деятельности учащихся* начальной школы выступает выполнение арифметических действий сложения, вычитания, умножения и деления в множестве целых неотрицательных чисел в пределах миллиона.

Согласно подходу П. Гальперина [4], вычислительную деятельность можно рассматривать еще и как систему действий, адекватной задаче (в психологическом смысле понимания этого понятия), требованием которой является нахождение результата арифметического действия между числами.

В соответствии со структурой деятельности А. Леонтьева, которая дополнена В. Давыдовым, вычислительная деятельность состоит из *потребностей, мотивов, целей, эмоций, задач, действий и операций, средств, воли*, результатом которой является внимание как контроль.

В основе вычислительной деятельности лежит потребность в нахождении результатов арифметических действий, вызванная учебной или практической ситуацией, поскольку она возникает почти на каждом шагу повседневной жизни человека, и поэтому вычислительные навыки отнесены международным сообществом к функциональной грамотности.

Очевидно, что и мотивы вычислительной деятельности ученика/ученицы начальной школы часто возникают исходя из практических потребностей, удовлетворение которых реализует цель – нахождение результата арифметических действий сложения, вычитания, умножения и деления (нацело или с остатком) в множестве целых неотрицательных чисел.

Как считает В. Давыдов, в постановке этой задачи и определении средств ее решения и заключается функция эмоций. Если у человека имеются эти средства, то она включает аналитический аппарат достижения цели, если такие средства отсутствуют, то отказывается от принятия этой задачи [5]. С другой стороны, эмоции, по мнению Н. Побирченко пробуждают мотив (лучше овладеть определенным образом вычисления) [6, с. 18].

Исходя из общего психологического понимания задачи как единства целей и условий ее достижения (по А. Леонтьеву), в нашем исследовании вычислительная задача рассматривается как умственная задача, как ситуация, требующая от субъекта некоторого действия, направленного на нахождение неизвестного на основе его связей с известным (по Г. Костюку). Вычислительная задача является объектом интеллектуальной деятельности (по Л. Гуровой); ее предметом, находящимся в исходном состоянии (по Г. Баллу), являются арифметические действия, которые нужно выполнить с числами, а моделью состояния предмета – результат арифметических действий. Благодаря постановке задачи человек намечает цель в определенных условиях ее достижения [5].

Задача, которая возникает в процессе вычислительной деятельности, является математической, вычислительной задачей. Вслед за Н. Побирченко, считаем, что вычислительную задачу нельзя рассматривать изолированно от человека, который ее решает, изолированная от человека вычислительная задача является лишь задачей ситуацией, созданной ее автором [6, с. 9].

Для решения вычислительной задачи субъект выполняет определенные *действия* по исчислению, которые мы относим к конкретным умственным действиям. Содержание вычислительных действий касается реализации отдельных шагов *вычислительного приема*, которые обеспечивают переход от исходного состояния задачи – заданного арифметического действия/действий, которое надо выполнить между числами, до нахождения числового результата (по определению понятия задачи Г. Балла). Действия по исчислению формируются и проявляются только в процессе работы учащихся с математическим учебным материалом, при решении учебных задач, требуемых выполнения арифметических действий между числами.

Действие в наиболее простом виде сохраняет все специфические особенности деятельности, в том числе и системный состав [4].

В структуре деятельности А. Леонтьева рядом с действиями определены еще и операции как образующие действия, обслуживающие, так сказать “технические”, уже не психологические компоненты [7, с. 55].

Но в нашем исследовании, вслед за П. Гальпериним, будем рассматривать вычислительные операции как определенные способы ориентирования в условиях действия по выполнению вычислений, благодаря которым вычислительная деятельность может рассматриваться как содержательный процесс, адекватный тем объективным индивидуально-меняющимся условиям, в которых де-факто оказывается субъект в процессе вычислительной деятельности.

После выдвижения, формулировки вычислительной задачи, выбора действий для ее решения и их реализации, потребности в вычислениях конкретизируются в виде мотива. Итак, вслед за В. Давыдовым [5], считаем, что в основе умственных действий, реализующих вычислительную деятельность, лежат мотивы, и эти действия осуществляются при наличии тех или иных средств.

Действия, реализующие вычислительную деятельность, являются умственными действиями, результатом преобразования внешних материальных действий с вещами или их заменителями в план

восприятия, представлений и понятий. Выполнение умственных действий, реализующих вычислительную деятельность, связано с использованием определенных материальных или *знаково-символических средств*, которыми, по нашему мнению, являются всевозможные помощи и опоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова, М. А. Место теории П. Я. Гальперина в психологической концепции деятельности / М. А. Степанова // Вопросы психологии. – 2002. – № 5. С. 28-41.
2. Давыдов, В. В. О перспективах теории деятельности / В. В. Давыдов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. – 1993. – № 2. – С. 25-31.
3. Леонтьев, А. Н. Проблемы развития психики / А. Н. Леонтьев. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 584 с.
4. Талызина, Н. Ф. Развитие П. Я. Гальпериним деятельностного подхода в психологии / Н. Ф. Талызина // Вопросы психологии. – 2002. – № 5. – С. 42-49.
5. Давыдов, В. В. Новый подход к пониманию структуры и содержания деятельности / В. В. Давыдов // Вопросы психологии. – 2003. – № 2. – С. 42-49.
6. Побірченко, Н. А. Психологічні основи навчання математики в початкових класах : метод. Посібник / Н. А. Побірченко. – К.: Рад. школа., 1985. – 64 с.
7. Нечаев, Н.Н. Леонтьев А.Н. и Гальперин П.Я.: диалог во времени / Н.Н. Нечаев, А.Н. Леонтьев, П.Я. Гальперин // Вопросы психологии. – 2003. – №2. – С. 50-69.

Н. А. САВАСТЕНКО, А. А. ЩЕРБОВИЧ, С. А. МАСКЕВИЧ

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭКСИТОН-ПЛАЗМОННУЮ СВЯЗЬ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРАХ, ДОПИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

В настоящее время интенсивно развивающимся направлением фотокатализа является синтез и исследование широкозонных полупроводниковых фотокаталитических систем для минерализации органических примесей в водных средах [1, 2]. При синтезе различных фотокатализаторов актуальными остаются вопросы получения систем с высоким квантовым выходом реакции. Как правило, в имеющихся на сегодняшний день материалах вероятность рекомбинации фотоиндуцированной пары электрон-дырка велика, что приводит к снижению величины квантового выхода реакции. Еще одним существенным недостатком фотокатализаторов является то, что их фотохимическая активность лежит в ультрафиолетовой (УФ) области. Это существенно ограничивает применение фотокатализаторов на основе оксида цинка (ZnO) или диоксида титана (TiO₂) в промышленных масштабах в реальных системах очистки воды, так как доля УФ излучения в солнечном спектре относительно невелика. Таким образом, улучшение фотокаталитических свойств полупроводниковых материалов является актуальной задачей.

Существует несколько способов увеличения фотокаталитической активности полупроводниковых катализаторов, в том числе направленный синтез наноструктур заданной морфологии и фазового состава, создание композиционных материалов, допирование полупроводниковых материалов атомами металлов и неметаллов, наночастицами металлов, обработка фотокаталитически активных материалов в неравновесных плазменных средах и т. д.

В предыдущих работах была показана эффективность обработки фотокатализаторов на основе ZnO в плазме разрядов пониженного и атмосферного давления с целью повышения их активности в реакциях фотодegradации органических красителей в водных средах, а также повышение каталитической активности оксида цинка, допированного атомами Al на стадии синтеза [3–5]. Также было показано, что обработка оксида цинка, допированного наночастицами серебра, в плазме диэлектрического барьерного разряда нормального давления в воздухе приводит к увеличению его активности в реакции фотодegradации метилового оранжевого приблизительно в 3 раза (в терминах константы скорости реакции) [6]. Изменение фотокаталитической активности полупроводниковых материалов, допированных плазмонными наночастицами, может происходить в результате экситон-плазмонного взаимодействия.

В настоящей работе рассчитан коэффициент Парселла, определяющий наличие экситон-плазмонного взаимодействия, для фотокатализаторов на основе оксида цинка, допированного наночастицами серебра и обработанного в плазме диэлектрического барьерного разряда. Допирование наночастицами производилось методом импрегнирования (осаждения из коллоидного раствора). Коллоидный раствор был приготовлен по методике, описанной в [6]. Подробное описание установки для создания плазмы приведено в [6]. Обработка проводилась в течение 5, 10, 15 и 25 минут.

Коэффициент Парселла был рассчитан с использованием времени затухания флуоресценции, по формуле $F_p = \frac{\tau}{\tau^*}$, где τ и τ^* – времена затухания необработанного и модифицированного фотокатализатора.

Измерения длительности затухания флуоресценции выполнены в ГрГУ им. Я. Купалы на лабораторной установке, изготовленной в ГрГУ им. Я. Купалы, работающей в режиме времякоррелированного счета одиночных фотонов. Подробное описание установки и методики измерения описано в [7].

На рисунке 1 представлена зависимость значения коэффициента Парселла от времени обработки в плазме диэлектрического барьерного разряда. Значение коэффициента Парселла для значения времени обработки $t=0$ рассчитано для катализатора, импрегнированного наночастицами, но не обработанного в плазме. Характерное время затухания флуоресценции немодифицированного ZnO составляло 5,02 нс. Характерное время затухания флуоресценции необработанного катализатора (τ_{ZnO}) можно представить в виде $\frac{1}{\tau_{ZnO}} = \frac{1}{\tau_{NR}} + \frac{1}{\tau_R}$, где τ_{NR} и τ_R – характерные времена безызлучательных и излучательных переходов соответственно. Характерное время затухания флуоресценции модифицированного катализатора (τ_{ZnO-Ag}) можно представить в виде $\frac{1}{\tau_{ZnO-Ag}} = \frac{1}{\tau_{NR}} + \frac{1}{\tau_R} + \frac{1}{\tau_{SP}}$, где τ_{SP} – характерное время, описывающее затухание флуоресценции, связанное с экситон-плазмонным взаимодействием, которое предполагается малым. Следовательно, время затухания флуоресценции для материалов с экситон-плазмонной связью должно быть меньше, чем для необработанных материалов. Таким образом, величины коэффициентов Парселла, превышающие 1, свидетельствуют о наличии экситон-плазмонной связи.

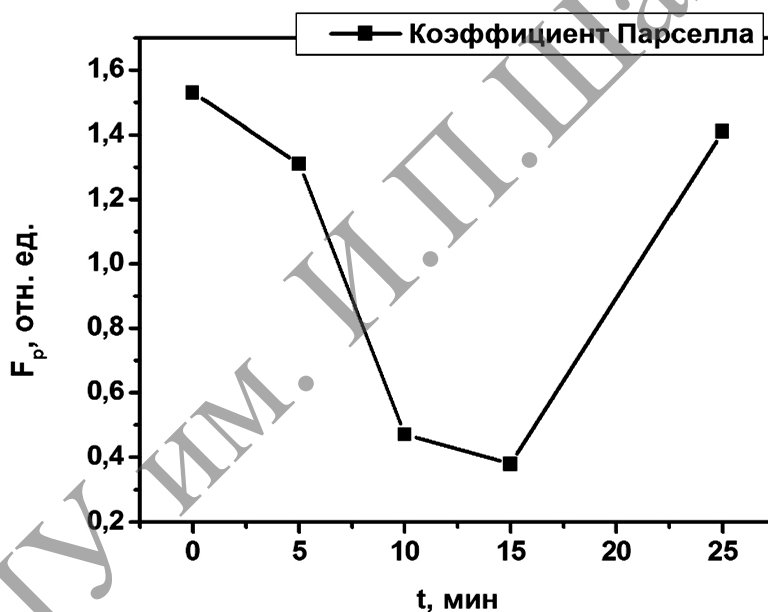


Рисунок 1. – Зависимость значения коэффициента Парселла от времени обработки

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка физико-химических принципов плазмоактивированного синтеза и модификации микродисперсных полупроводниковых фотокатализаторов, допированных наночастицами» ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма «Наноматериалы и нанотехнологии» (шифр 2.73). Авторы благодарны сотрудникам ИФ НАН Беларуси И. И. Филатовой и В. А. Люшкевич за обработку материалов в плазме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recent developments of zinc oxide based photocatalyst in water treatment technology: A review / K. M. Lee [et al.] // Water Research – 2016. – Vol. 88, № 6. – P. 428–448.
2. Kansal, S. K. Studies on photodegradation of two commercial dyes in aqueous phase using different photocatalysts / S. K. Kansal, M. Singh, D. Sud // Journal of Hazardous Materials. – 2007. – Vol. 141, № 3. – P. 581–590.
3. Повышение активности фотокатализаторов на основе ZnO, обработанных в плазме высокочастотного разряда / Н. А. Савастенко [и др.] // Журн. прикл. спектроскопии – 2016. – Т. 83, № 5. – С. 715–723.
4. Оптические и структурные свойства фотокатализаторов на основе ZnO / Н. А. Савастенко [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-мат. наук. – 2016. – № 2. – С. 57–67.

5. Effect of dielectric barrier discharge plasma treatment on the photoluminescence and photocatalytic properties of ZnO powder / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2017. – Vol. 21, № 2. – P. 127–142.

6. Effect of silver nanoparticles impregnation on efficiency of plasma treated ZnO-based photocatalysts / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2019. – submitted.

7. Маскевич, А. А. Анализ кинетики затухания флуоресценции тиофлавина Т методом максимума энтропии / А. А. Маскевич, В. И. Степура, П. Т. Балинский // Журн. прикл. спектроскопии. – 2010. – Т. 77, № 2. – С. 209–217.

Н. А. САВАСТЕНКО, А. А. ЩЕРБОВИЧ, Е. Д. ПЫТЛЯК, Е. А. ЛОБОВА
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

ФОТОДЕГРАДАЦИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ПРИСУТСТВИИ ПЛАЗМОАКТИВИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ДОПИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

Фотокатализ с использованием полупроводниковых материалов является одним из наиболее эффективных способов очистки водных сред от органических загрязнений. Одним из основных источников поступления органических примесей в сточные воды являются отходы предприятий, использующих в технологических процессах органические красители (текстильное, кожевенное и др.) и фармакологические отходы. Поскольку продукты разложения некоторых веществ, попадающих в водные среды с промышленными и фармакологическими отходами, относятся к веществам, способным вызывать онкологические заболевания, то повышение эффективности существующих фотокатализаторов и поиск новых каталитически активных материалов является актуальной задачей [1, 2].

В настоящее время самыми распространенными фотокатализаторами являются полупроводниковые материалы, в частности, оксид цинка (ZnO). Одним из методов улучшения характеристик катализаторов является замена термической обработки плазменной в процессе их синтеза [3]. Другим методом повышения эффективности катализаторов является их допирование анионными или катионными примесями, атомами как металлов, так и неметаллов, а также наночастицами металлов [4].

В настоящий момент отсутствуют систематические исследования повышения активности катализаторов на основе полупроводников комплексным методом, т. е. сочетанием химического допирования и плазменной обработки.

В результате предыдущих исследований установлено положительное влияние плазмы разрядов пониженного и атмосферного давления на каталитические свойства ZnO в реакциях фотодегградации органических красителей в водных средах, а также повышение каталитической активности оксида цинка, допированного атомами Al на стадии синтеза [5–7]. В настоящей работе акцент сделан на исследовании катализаторов для разложения отходов фармакологической промышленности в реакциях фотодегградации.

Фотокаталитическую активность исследовали в модельной реакции разложения красителя метилового оранжевого ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$) (MO) или кофеина бензоната натрия под действием ультрафиолетового излучения в водных суспензиях синтезированных образцов. Относительную концентрацию модельного вещества C_r определяли по данным измерений оптической плотности в максимуме поглощения:

$$C_r = \frac{C(t)}{C_0} \cdot 100\% = \frac{A_t}{A_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где C_0 – начальная концентрация модельного вещества, $C(t)$ – концентрация модельного вещества после облучения его ультрафиолетовым (УФ) излучением в момент времени t , A_0 и A_t – оптическая плотность раствора модельного вещества в максимуме поглощения до начала облучения и в момент времени t после начала облучения образца соответственно.

Константу скорости реакции фотодегградации, определяемую по наклону графика зависимости концентрации C_r от времени, использовали в качестве количественной характеристики фотокаталитической активности образцов. Для сравнения фотокаталитической активности различных образцов предполагали, что реакция фотодегградации может быть описана уравнением первого порядка, кинетическое уравнение имеет вид:

$$\frac{dC}{dt} = -kC \quad (2)$$

Здесь C – концентрация разлагаемого вещества, k – константа реакции. Решение уравнения (5) можно представить следующим образом:

$$C(t) = C_0 e^{-kt}. \quad (3)$$

Таким образом, значения константы скорости реакции можно легко найти по графику.

$$\ln \frac{C(t)}{C_0} = -kt. \quad (4)$$

На рисунке 1 представлены данные, позволяющие сравнить влияние допирования микродисперсных полупроводниковых материалов (ZnO) наночастицами Ag на их фотокаталитические свойства в реакциях фотодеградации органических загрязнителей водных сред на примере модельной реакции фотодеградации 4-(диметиламино)-азобензол - 4 – сульфокислоты нат-риевои соли и модельной реакции фотодеградации фармакологических отходов на примере модельной реакции фотодеградации кофеина.

Из рисунка 1 видно, что допированный наночастицами катализатор на основе ZnO так же эффективен в реакции фотодеградации кофеина (ZnO DBD Ag кофеин), как и в реакции фотодеградации красителя метилового оранжевого (ZnO DBD Ag MO). При этом начальная концентрация кофеина превышает начальную концентрацию метилового оранжевого в 6 раз. Реакции фотодеградации кофеина и метилового оранжевого при начальных концентрациях 300 мг/л и 50 мг/л в присутствии допированного наночастицами серебра катализатора на основе ZnO характеризуются одной и той же константой скорости реакции – $k=3,6 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. На рисунке 1 для сравнения приведены также данные кинетики фотодеградации метилового оранжевого в присутствии необработанного катализатора на основе ZnO. Величина константы скорости реакции составляла $k=1,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка физико-химических принципов плазмоактивированного синтеза и модификации микродисперсных полупроводниковых фотокатализаторов, допированных наночастицами» ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма «Наноматериалы и нанотехнологии» (шифр 2.73). Автор благодарит сотрудников ИФ НАН Беларуси И. И. Филатову, В. А. Люшкевич за обработку материалов в плазме.

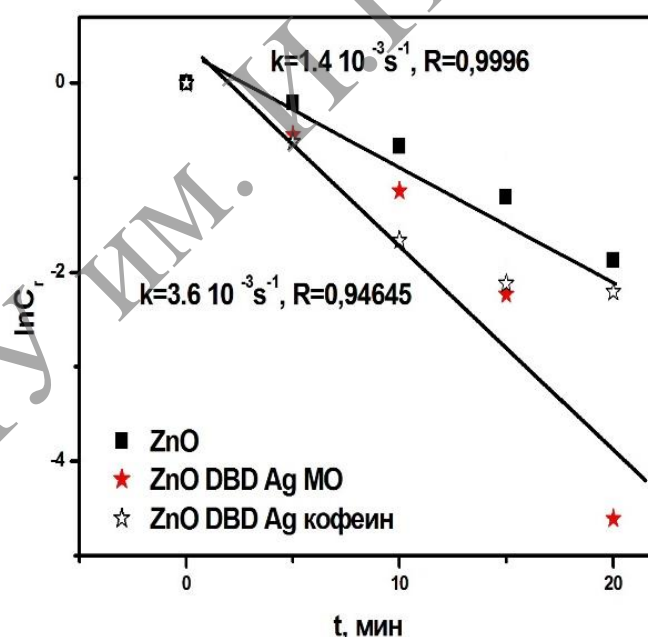


Рисунок 1. – Зависимость концентрации модельного вещества от времени облучения

ЛИТЕРАТУРА

1. Poon, C. S. Degradation kinetics of cuprophenyl yellow RL by UV/H₂O₂/ultrasonication (US) process in aqueous solution / C. S. Poon, Q. Huang, P. C. Fung // *Chemosphere*. – 1999. – Vol. 38, № 5. – P. 1005–1014.
2. Kansal, S. K. Studies on photodegradation of two commercial dyes in aqueous phase using different photocatalysts / S. K. Kansal, M. Singh, D. Sud // *Journal of Hazardous Materials*. – 2007. – Vol. 141, № 3. – P. 581–590.
3. Plasma application for more environmentally friendly catalyst preparation / C.-J. Liu [et al.] // *Pure Appl. Chem*. – 2006. – Vol. 78, № 6. – P. 1227–1238.
4. Suwanchawalit, C. Influence of calcination on the microstructures and photocatalytic activity of potassium oxalate-doped TiO₂ powders / C. Suwanchawalit, S. Wongnawa // *Applied Catalysis A*. – 2008. – Vol. 338, №. 1–2. – P. 87–99.

5. Повышение активности фотокатализаторов на основе ZnO, обработанных в плазме высокочастотного разряда / Н. А. Савастенко [и др.] // Журн. прикл. спектроскопии. – 2016. – Т. 83, № 5. – С. 715–723.

6. Оптические и структурные свойства фотокатализаторов на основе ZnO / Н. А. Савастенко [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2016. – № 2. – С. 57–67.

7. Effect of dielectric barrier discharge plasma treatment on the photoluminescence and photocatalytic properties of ZnO powder / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2017. – Vol. 21, № 2. – P. 127–142.

Т. А. САВАЩУК

УО БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

АПРИОРНЫЙ ВЫБОР ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ В НЕЯВНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕКОРРЕКТНЫХ УРАВНЕНИЙ

Пусть H и F – гильбертовы пространства и $A \in L(H, F)$, т. е. A – линейный непрерывный оператор, действующий из H в F . Предполагается, что нуль принадлежит спектру оператора A , но не является его собственным значением. Решается уравнение

$$Ax = y. \quad (1)$$

Задача отыскания элемента $x \in H$ по элементу $y \in F$ является некорректной, так как сколь угодно малые возмущения в правой части y могут вызывать сколь угодно большие возмущения решения. Предположим, что точное решение $x^* \in H$ уравнения (1) существует и является единственным. Будем искать его с помощью итерационного процесса

$$(E + \alpha A^2)x_{n+1} = x_n + \alpha Ay, \quad x_0 = 0, \quad (2)$$

(E – тождественный оператор).

Считаем, что оператор A и правая часть y уравнения (1) заданы приближённо, т. е. вместо y известно приближение y_δ , $\|y - y_\delta\| \leq \delta$, а вместо оператора A известен оператор A_η , $\|A - A_\eta\| \leq \eta$. Предполагаем, что $0 \in Sp(A_\eta)$, $Sp(A_\eta) \subseteq [0, M]$. Тогда метод (2) примет вид

$$(E + \alpha A_\eta^2)x_{n+1} = x_n + \alpha A_\eta y_\delta, \quad x_0 = 0. \quad (3)$$

Рассмотрим сходимость метода (3) в случае априорного выбора параметра регуляризации при решении уравнения $A_\eta x = y_\delta$ с приближенным оператором A_η и приближенной правой частью y_δ , получим априорные оценки погрешности. Подобные вопросы изучались в [1], но только для других методов.

Случай самосопряженных неотрицательных операторов

Пусть $H = F$, $A = A^* \geq 0$, $A_\eta = A_\eta^* \geq 0$, $Sp(A_\eta) \subseteq [0, M]$, $0 < \eta \leq \eta_0$. Метод итераций неявного типа (3) запишем в виде: $x_n = g_n(A_\eta)y_\delta$, где

$$g_n(\lambda) = \lambda^{-1} \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \alpha \lambda^2} \right)^n \right]. \text{ При } \alpha > 0 \text{ получены условия для функций } g_n(\lambda):$$

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} |g_n(\lambda)| \leq \gamma n^{1/2}, \quad \gamma = 2\alpha^{1/2}, \quad (n > 0), \quad (4)$$

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} \lambda^s |1 - \lambda g_n(\lambda)| \leq \gamma_s n^{-s/2}, \quad (n > 0), \quad 0 < s \leq s_0 < \infty, \quad \gamma_s = \left(\frac{s}{4\alpha}\right)^{s/2}, \quad (5)$$

(здесь s – степень истокопредставимости точного решения $x^* = A^s z$, $s > 0$, $\|z\| \leq \rho$);

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} |1 - \lambda g_n(\lambda)| \leq \gamma_0, \quad \gamma_0 = 1, \quad (n > 0), \quad (6)$$

$$\sup_{0 \leq \lambda \leq M} \lambda |1 - \lambda g_n(\lambda)| \rightarrow 0, \quad n \rightarrow \infty. \quad (7)$$

Справедлива

Лемма. Пусть $A = A^* \geq 0$, $A_\eta = A_\eta^* \geq 0$, $\|A_\eta - A\| \leq \eta$, $Sp(A_\eta) \subseteq [0, M]$, $(0 < \eta \leq \eta_0)$, $\alpha > 0$ и выполнены условия (6), (7). Тогда $\|G_{n\eta} v\| \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$, $\eta \rightarrow 0$, $\forall v \in H$, где $G_{n\eta} = E - A_\eta g_n(A_\eta)$.

Условие сходимости для неявного итерационного метода (3) даёт

Теорема. Пусть $A = A^* \geq 0$, $A_\eta = A_\eta^* \geq 0$, $\|A_\eta - A\| \leq \eta$, $Sp(A_\eta) \subseteq [0, M]$, $(0 < \eta \leq \eta_0)$, $\alpha > 0$, $y \in R(A)$, $\|y - y_\delta\| \leq \delta$ и выполнены условия (4), (6), (7). Выберем параметр $n = n(\delta, \eta)$ в приближении (3) так, чтобы $(\delta + \eta)n^{1/2}(\delta, \eta) \rightarrow 0$ при $n(\delta, \eta) \rightarrow \infty$, $\delta \rightarrow 0$, $\eta \rightarrow 0$. Тогда $x_{n(\delta, \eta)} \rightarrow x^*$ при $\delta \rightarrow 0$, $\eta \rightarrow 0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнико, Г. М. Итерационные процедуры в некорректных задачах / Г. М. Вайнико, А. Ю. Веретенников. – М. : Наука, 1986. – 178 с.

В. С. САВЕНКО, М. С. ЖУК

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛА

При пропускании импульсов электрического тока высокой плотности порядка 10^3 А/мм² длительностью 10^{-4} с во время пластической деформации растяжением нагрузкой выше предела текучести и СВЧ-излучения через образцы стали 12ХН10Т наблюдалось существенное изменение кинетики пластической деформации. Образцы вырезались из стали 12Х18Н10Т толщиной 0,2 мм в соответствии с требованиями по конфигурации и размерам образца для испытательной машины ИР 5047-50-10, с длиной рабочей части 28 мм (рисунок 1).

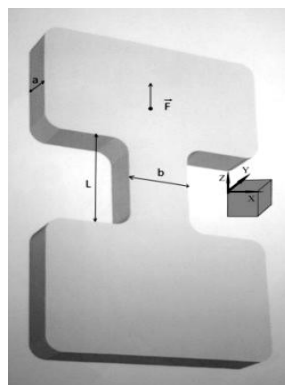


Рисунок 1. – Образец стали 12ХН10Т.

Установлено влияние СВЧ-излучения на процессы активной деформации и релаксации механических напряжений в нагруженных образцах нержавеющей стали при действии импульсов тока и разных направлениях вектора \mathbf{E} СВЧ-излучения относительно оси образца. При продольной ориентации вектора \mathbf{E} СВЧ-излучения и действии тока эффект разупрочнения металла возрастал с 22 % до 30 %. Анализ микроструктуры образцов с током и без тока по различным параметрам показал существенное влияние внешних энергетических воздействий на деформацию зерен стали. Установлено изменение фазового состава по содержанию мартенситной и аустенитной фаз в стали. Результаты свидетельствуют о наличии дополнительного механизма электропластической деформации в скрещенных полях СВЧ-излучения и собственного магнитного поля тока.

Выбор СВЧ-излучения и импульсов тока обусловлен возможностью менять направление магнитного поля СВЧ-излучения относительно магнитного поля импульсного тока текущего через образец. Для реализации дополнительной пластичности металла [1–5] необходимо, чтобы магнитное поле импульсного тока и внешнее магнитное поле СВЧ-излучения были скрещены. Пластическая деформация металла осуществлялась за счет активной деформации образцов растяжением и в опытах с релаксацией механических напряжений. Ориентация вектора напряженности электрического поля \mathbf{E} в составе электромагнитного поля СВЧ-излучения была продольной или поперечной относительно оси образца. При совпадении вектора \mathbf{E} СВЧ-излучения с вектором плотности тока \mathbf{J}_m возникает дополнительная пластификация металла. При продольной ориентации вектора \mathbf{E} эффект разупрочнения металла в суммарном действии тока и СВЧ-излучения возрастал примерно на 8 % (с 22 % до 30 %).

Перераспределение напряженности магнитного поля \mathbf{H} в приповерхностных слоях металла обуславливает пондеромоторные явления в виде динамического пинч-эффекта за счет возникающего поперечного поля Холла, которое приводит к сжатию образцов собственным магнитным полем и возбуждению упругих колебаний остова кристаллической решетки с частотой следования импульсов тока.

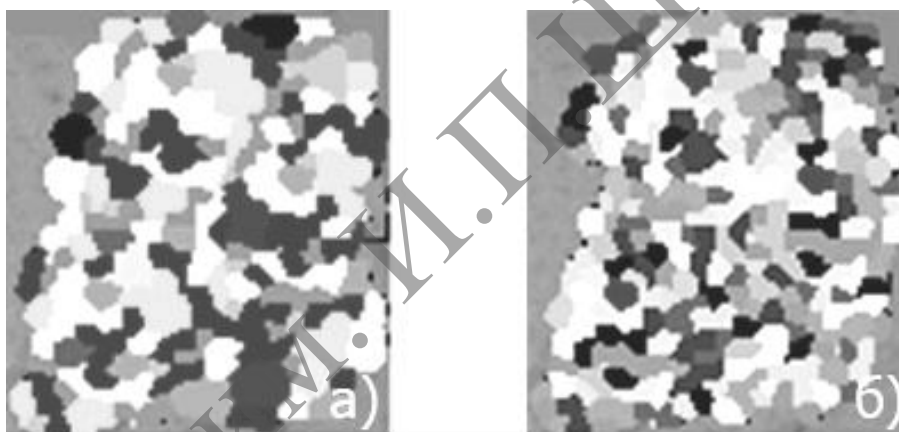


Рисунок 2. – Морфология образцов: без тока (а) и с током (б) (100х)

Анализ расчетов классов зерен в доли по количеству и массе, по параметрам площади зерен (рисунок 2) показал существующее влияние импульсов тока на микроструктуру и деформационные процессы нержавеющей стали в условиях электропластичности. Электропластическая деформация является сложным, многостадийным процессом. Данные по микроструктуре нержавеющей стали, полученные после энергетических воздействий с достижением значительных деформаций образцов, свидетельствуют о проявлении обратной зависимости Холла-Петча, которая дает количественное описание роста предела текучести поликристаллического материала с уменьшением размера зерна. В основе закона Холла-Петча лежат дислокационные механизмы пластической деформации, которые учитывают, что границы зерен тормозят движение дислокаций. С увеличением степени деформации под действием импульсного тока и СВЧ-излучения изменяется доминирующий механизм деформации. Следует отметить, что механизмы обратного закона Холла-Петча в настоящее время недостаточно изучены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савенко, В. С. Вклад пондеромоторных факторов в реализацию электропластической деформации / В. С. Савенко, О. А. Троицкий, А. Г. Силивонец // Известия НАН РБ. Серия физико-технических наук. – 2017. – № 1. – С. 85–91.
2. Савенко, В. С. Механическое двойникование и электропластичность металлов в условиях внешних энергетических воздействий: монография / В. С. Савенко. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : БГАФК, 2003. – 203 с.

3. Carlton, C. E. What is behind the inverse Hall–Petch effect in nanocrystalline materials. / C. E. Carlton, P. . Ferreira // ActaMaterialia. – 2007. – V. 55. – P. 3749–3756.

4. Молоцкий, М. И. Возможный механизм магнитоэластического эффекта / М. И. Молоцкий. // Физика твердого тела. – 1991. – Т 33. – № 10. – С. 3112–3114.

5. Троицкий, О. А. Фундаментальные и прикладные исследования электропластической деформации металлов: монография / О. А. Троицкий, В. С. Савенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 375с.

В. С. САВЕНКО, М. С. ЖУК

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

РАСЧЁТ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Одним из перспективных направлений развития физики твердого тела и физического материаловедения в настоящее время является создание высокоинтенсивных технологий для получения материалов с комплексом высоких физико-механических и служебных характеристик.

Для технологических процессов электропластической деформации металлов необходимо учитывать физические условия создания пондеромоторных факторов для конкретных технически важных материалов с целью определения оптимальных значений пинч и скин-эффектов при одинаковых параметрах импульсного тока.

Перераспределение напряженности магнитного поля H в приповерхностных слоях металла обуславливает пондеромоторные явления в виде динамического пинч-эффекта, который помимо электронно-пластического действия импульсного тока приводит к сжатию образцов собственным магнитным полем и возбуждению упругих колебаний остова кристаллической решетки, с частотой следования импульсов тока на фронте их нарастания.

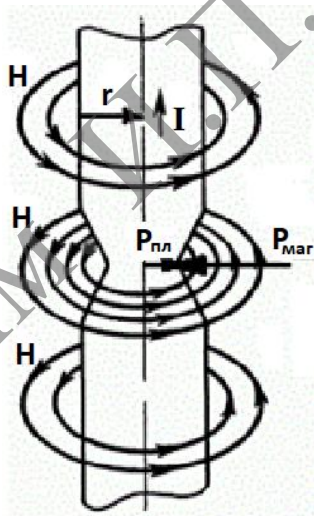


Рисунок 1. – Пондеромоторные силы в условиях электропластичности

При пинч-эффекте для постоянного по величине тока характерно перераспределение тока по плотности в сторону оси образца.

Таким образом, импульсное воздействие тока создает перераспределение плотности носителей от равномерного при отсутствии тока к максимальному на поверхности в начале импульса с переходом к максимуму около оси образца. В связи с этим следует отметить возможное наличие неравномерного выделения тепла, связанного с прохождением импульса тока по поперечному сечению проводника во времени. Если в начальный момент ток распространяется по поверхности, то и тепло будет выделяться в поверхностном слое, но затем большая часть тока, а следовательно и тепла будет выделяться в центральной части проводника. Неравномерное распределение выделяемого тепла может вызывать соответствующие динамические деформации, связанные с температурным расширением материала проводника.

Проведём расчёт собственного магнитного поля H_m на поверхности образца сурьмы с геометрическими размерами:

$r = 0,87$ мм – радиус образца;
 $S = 2.8$ мм² – площадь поперечного сечения образца сурьмы;
 $j = 4 * 10^3$ А/мм² – значение импульсного тока.
 Для этого воспользуемся формулой

$$H_m = \frac{2I_a}{10r}$$

где I_a – амплитудное значение тока.
 Учитывая, что

$$I_a = j * S = 4 * 10^3 * 2.8 = 11200 \text{ A.}$$

Подставив $r = 0.87$, получим

$$H_m = 0.2 * \frac{I_a}{r} = 0.2 * \frac{11200}{0.87} = 2.5 * 10^3 \text{ (Э)}$$

г	Hm
0,87	2574,71
0,97	2309,28
1,07	2093,46
1,17	1914,53
1,27	1763,78
1,37	1635,04
1,47	1523,81
1,57	1426,75
1,67	1341,32

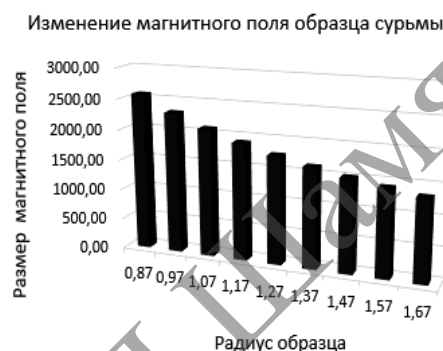


Рисунок 2. – Зависимость собственного магнитного поля от образца

На рисунке 2 представлена диаграмма зависимости магнитного поля от образца сурьмы, показано изменение магнитного поля образца сурьмы с радиусом поперечного сечения $r = 0.87$ мм при увеличении плотности тока.

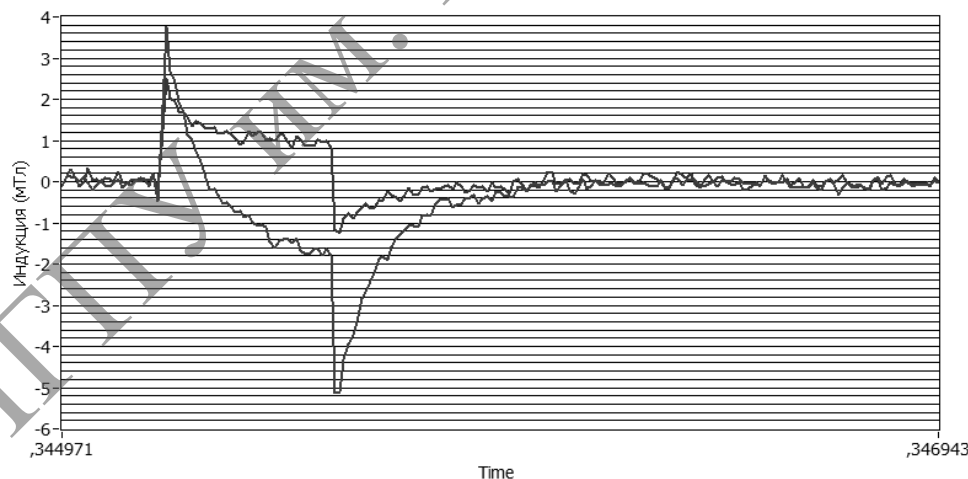


Рисунок 3. – Образец: титановый стержень сплав ВТ6 диаметром 3 мм, длина 50 мм. Длительность импульса: 381 мкс. Частота затухающих колебаний: 145,6 Гц. Синий – Радиальное магнитное поле; Красный – Концентрическое магнитное поле

На рисунке 3 приведена калибровочная характеристика датчиков Холла для концентрической составляющей магнитного поля. Полученная высокая линейность позволяет использовать такие измерения индукции магнитного поля для оценки мгновенных значений тока через образец.

При деформации металла в условиях электропластичности для реализации оптимальных значений достижения максимума пондеромоторных факторов необходимо выбирать частоту импульса тока, при

которой магнитное поле не успевает существенно проникать в образец, при этом скорость диффузии будет зависеть от проводимости металла и частоты тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Savenko, V. S. Electroplastic effect under the simultaneous superposition and magnetic fields / V. S. Savenko // Journal of applied physics. – 1999. – № 5. – P1–4.
2. Савенко, В. С. Механическое двойникование и электропластичность металлов в условиях внешних энергетических воздействий : монография / В. С. Савенко. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : БГАФК, 2003. – 203 с.
3. Троицкий, О. А. Фундаментальные и прикладные исследования электропластической деформации металлов : монография / О. А. Троицкий, В. С. Савенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 375 с.

Т. Н. САКОВИЧ

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ОГРАНИЧЕННОМ ПРОМЕЖУТКЕ ВРЕМЕНИ. ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ОКОННОЙ ФУНКЦИИ

Спектральный анализ временных рядов – один из методов обработки результатов экспериментов. В настоящее время этот метод исследования широко применяется в различных областях науки: в физике, биологии, экономике, медицине.

Основой спектрального анализа временных рядов является теорема Винера-Хинчина [1]. В практическом анализе, в силу ограниченности временных рядов, исследователь имеет дело не со строгими характеристиками, а с их оценками. В качестве оценки спектра мощности обычно рассматривают периодограмму Шустера [1]:

$$D(\nu) = \frac{1}{N^2} \left| \sum_{k=0}^{N-1} x_k e^{-i2\pi\nu t_k} \right|^2, \quad (1)$$

где N – число наблюдений, x_k – значения временного ряда, t_k – значения момента времени. В (1) круговые частоты заменены обычными $\omega = 2\pi\nu$.

В силу ограниченности временного ряда оценка (1) размывает бесконечно узкие линии теоретического спектра мощности и приводит к ухудшению разрешающей способности периодограммы в области частотного анализа сигнала.

Одним из методов получения более состоятельной периодограммы является метод ее сглаживания, основанный на применении некоторой весовой функции (оконной). Опишем теоретические аспекты выбора оконной функции для построения статистически значимой периодограммы.

На ограниченном интервале исследования каждой частоте сигнала в спектре периодограммы соответствует определенный уровень боковых лепестков. Пусть сигнал представляет собой сумму двух гармоник с частотами ω_0 и ω_1 . Причем амплитуда сигнала на частоте ω_0 намного больше амплитуды на частоте ω_1 . Ограниченность интервала анализа приведет к тому, что спектры размажутся и сигнал на частоте ω_1 не будет заметен под боковыми лепестками сигнала на частоте ω_0 . Для того чтобы разрешить подобную ситуацию, необходимо применить более гладкую оконную функцию по сравнению с прямоугольной.

При гладкой оконной функции уровень боковых лепестков существенно сужается, однако при этом наблюдается расширение основного лепестка.

Наличие такого противоречия привело к разработке большого количества оконных функций с различными частотными характеристиками. Отметим эти характеристики.

Коэффициент ослабления оконной функции $\beta = \frac{1}{T} \int_0^T w(t) dt$. Смысл его заключается в том, что

амплитуда всех спектральных составляющих после умножения на оконную функцию уменьшается в β раз. Для того чтобы его учесть после дискретного преобразования Фурье, необходимо каждый спектральный отсчет поделить на β .

Ширина главного лепестка спектра ΔF_0 .

Максимальный уровень боковых лепестков γ_{\max} .

Коэффициент эффективности K . Ширина главного лепестка прямоугольного окна равна 2, тогда $K = \Delta F_0 / 2$, где ΔF_0 – ширина главного лепестка спектра заданного окна. Если $K \leq 3$, то окно считают окном высокого разрешения, в противном случае – окном низкого разрешения.

Определим два основных правила, которые помогут выбрать оконную функцию для сглаживания периодограммы:

1. При спектральном анализе сигнала с заданным или известным динамическим диапазоном необходимо выбрать такую оконную функцию, уровень боковых лепестков которой меньше заданного динамического диапазона, иначе некоторые спектральные составляющие сигнала могут быть потеряны.

2. При заданном окне, которое выбирается исходя из динамического диапазона сигнала, для обеспечения требуемого разрешения по частоте df необходимо выполнение условия:

$$df > \Delta F_0 \cdot \frac{F_s}{N}$$

где F_s – заданная частота дискретизации. Из неравенства видно, что в случае его невыполнения достаточно увеличить объем исследуемых данных $N > \Delta F_0 \cdot \frac{F_s}{df}$.

Рассмотрим наиболее распространенную функцию – окно Тьюки с двумя управляемыми параметрами:

$$W_k = (1 - 2a) + 2a \cos \frac{\pi k}{N^*}, \quad (2)$$

где $0 \leq a \leq 0.25$ и $N^* \leq N$. Величина параметра N^* управляет степенью сглаживания периодограммы. Для временного ряда, содержащего гармонические компоненты и шум, значение этого параметра выбирается из диапазона $0.1N \leq N^* \leq N$. С помощью второго параметра в (2) изменяют контур спектральной линии гармонических компонент с целью устранения боковых лепестков. При этом происходит расширение контура линии основного лепестка, что приводит к ухудшению разрешающей способности периодограммы в частотной области. Рекомендуемые значения: $a = 0.23$ – окно Хемминга, $a = 0.25$ – окно «Хэннинг».

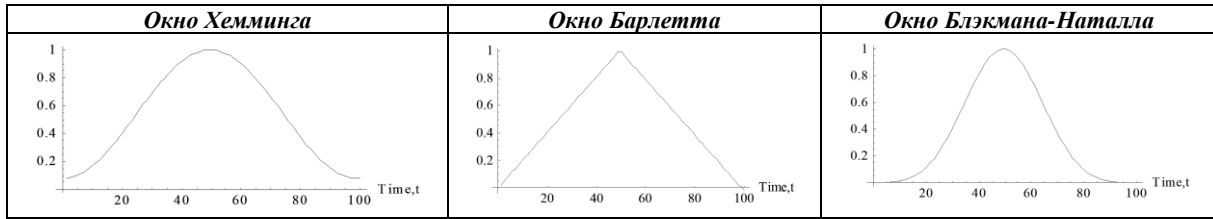
Выбор значений этих двух параметров осуществляется из расчета удовлетворения двум противоречивым условиям: получение статистически состоятельной периодограммы и достижение необходимой разрешающей способности. В каждом отдельном случае исследователь определяет сам критерий выбора окна сглаживания, ориентируясь конечно на особенности исследуемых данных.

Приведем таблицы примеров оконных функций с их основными характеристиками (таблица 1, таблица 2).

Таблица 1. – Оконные функции

Наименование окна	Выражение в дискретном виде	ΔF_0	K	γ_{\max}	β	Примечание
Окно Тьюки $a = 0.23$, $N^* = N$ – окно Хемминга	$w(n) = 0.54 - 0.46 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$	4	2	42	5,37	высокого разрешения
Окно Барлетта	$w(n) = 1 - \left \frac{n}{A} - 1\right , A = \frac{N-1}{2}$	4	2	26,5	6	высокого разрешения
Окно Блэкмана-Наталла	$w(n) = a_0 - a_1 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) +$ $+ a_2 \cdot \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right) -$ $- a_3 \cdot \cos\left(\frac{6\pi n}{N-1}\right),$ $a_0 = 0.3635819, a_1 = 0.4891775,$ $a_2 = 0.1365995, a_3 = 0.0106411$	8	4	98	8,8	низкого разрешения

Таблица 2. – Графическое представление оконных функций



ЛИТЕРАТУРА

1. Витязев, В. В. Спектрально-корреляционный анализ равномерных временных рядов : учеб. пособие / В. В. Витязев. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 48 с.

С. В. СЛОНЕВСКИЙ

БрГУ им. А. С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

СЕТЕВОЙ КОМПОНЕНТ ПЕРЕДАЧИ СКРИПТОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОЙ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМОЙ

Одной из актуальных проблем современной информатики является реализация автономных транспортных средств. В студенческой научно-исследовательской лаборатории Брестского государственного университета ведутся работы по указанному направлению. В настоящее время в лаборатории разработана библиотека (framework) для системы удаленного контроля движения мобильной платформы. Framework реализован на языке python 3 [1].

В настоящей работе дано краткое описание решения одного из компонентов framework'a системы удаленного контроля движения автономной мобильной платформы. Важным компонентом такой системы является переключатель режимов движения. Режим движения платформы представлен отдельными скриптами. Скрипт может, например, установить поворот колес платформы на угол 15 градусов при нулевой скорости. Пример кода такого режима приведен во фрагменте.

```
class Test(BaseMode):
    def on_start(self):
        self.manage(speed=0,
```

Фрагмент 1. – Пример кода для режима движения (скрипта)

В целом, проблема управления может быть сформулирована как последовательность задач, включающих обработку множества скриптов. При этом под обработкой скрипта понимается его формирование, передача и исполнение. Ниже описаны реализованные нами варианты решения указанной проблемы.

Переход от одного скрипта к другому осуществляется посредством переключателя. Переключатель отвечает за поддержку множества режимов, внутри системы управления, а также задает метод смены активного режима.

Простейшая реализация переключателя предусматривает статическое локальное хранение списка скриптов в памяти автономной мобильной платформы. В результате тестирования мы отказались от такого варианта, так как он требует перезапуска всей системы в случае изменения одного из скриптов.

Для повышения эффективности системы управления скриптами нами предложена и реализована концепция их динамической загрузки. Идея заключается в том, чтобы реализовать сетевую систему загрузки скриптов по протоколу http. Такая реализация позволяет использовать ее в гетерогенной среде. Реализованная система управления скриптами включает сервер, реализованный на основе микрокомпьютера Raspberry Pi 3 [2], установленного на мобильной платформе, и компьютера-клиента с установленным на нем браузером. Режим движения, записанный в виде скрипта можно сразу же сделать активным (исполняемым). Таким образом, разработка и испытание новых алгоритмов на реальном роботе значительно ускоряется.

Для реализации вышеописанной системы использованы следующие библиотеки python: importlib [3] – пакет, задачей которого является обеспечить реализацию оператора импорта python. Tornado [4] – расширяемый, неблокирующий веб-сервер и фреймворк.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт python – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.python.org/>. – Дата доступа: 15.01.2020.
2. Официальный сайт raspberry pi – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org/>. – Дата доступа: 15.01.2020.
3. Страница importlib официальной документации python – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/library/importlib.html>. – Дата доступа: 15.01.2020.
4. Официальный сайт tornado – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tornadoweb.org/>. – Дата доступа: 15.01.2020.

М. А. ТЕМИРОВА, Б. Ш. ОЛТИЕВ, Ж. К. РАЖАБОВ
ТИПСЭАД (г. Ташкент, Узбекистан)

ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИАНИЛИНА

Одним из актуальных направлений развития химии и физики высокомолекулярных соединений последних десятилетий являются исследования в области проводящих полимеров, в которых сочетается комплекс необычных физико-химических свойств, обуславливающих широкие возможности их применения.

Среди этих полимеров одним из наиболее перспективных является полианилин (ПАНИ). В настоящее время этот полимер занимает лидирующее положение по числу публикаций, связанных как с исследованием его структуры и свойств, так и возможностями практического применения в качестве электропроводящих и противокоррозионных пленочных покрытий, различного типа электрохромных и электролюминесцентных устройств и других электронных приборов. С другой стороны, полианилин, как проводящий полимер с хорошей устойчивостью к воздействиям окружающей среды и большими возможностями, используется в качестве материала для полимерных батарей и микроэлектронных устройств (1–4).

Магнитные и электрические свойства органических полупроводников, в том числе проводящих полимеров, определяются энергией возбуждения в кристалле, т. е. концентрацией, а также природной локальных парамагнитных центров, являющихся дефектами структуры. По мере усиления взаимодействия в твердом теле уровни полярных состояний снижаются и растет собственная концентрация парамагнитных центров, обуславливающих появление сигнала ЭПР, за счет электронных переходов между молекулами основного вещества. В этих соединениях, к которым относятся многие хорошо проводящие полимеры, должна обнаруживаться связь между электрическими и парамагнитными характеристиками.

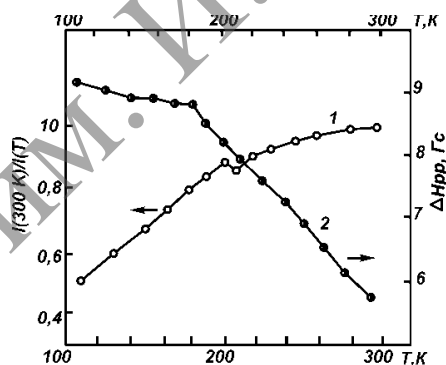


Рисунок 1. – Температурная зависимость интегральной интенсивности (1) и ширины сигнала (2) ЭПР недопированного полианилина

Как видно, зависимость интегральной интенсивности сигнала ЭПР от температуры для недопированного ПАНИ имеет монотонный характер и демонстрирует излом при $T = 200\text{ К}$ (рисунок 1, кривая 2). Ниже этой температуры зависимость строго линейна и подчиняется закону Кюри. Аналогичный излом при $T = 205\text{ К}$ в температурной зависимости интенсивности обнаружен в допированных образцах, но кривая в этом случае сильно отклоняется от закона Кюри во всем измеренном диапазоне температур.

Обнаруженные экстремумы в температурных зависимостях интенсивности и ширины сигнала ЭПР образцов ПАНИ, по-видимому, можно объяснить следующим образом. Линейный характер температурной зависимости интенсивности сигнала в области от 100 К до 200 К свидетельствует о том, что концентрация парамагнитных центров (ПМЦ) в этом интервале температур сохраняется постоянной (рисунок 1, кривая 1). При дальнейшем повышении температуры наклон зависимости начинает плавно меняться, вплоть до 300 К . Изменение наклона может быть лишь в том случае, если происходит постоянное, во всем указанном диапазоне $200\text{–}300\text{ К}$, изменение концентрации ПМЦ. Такое изменение

количества ПМЦ в полимерах с системой сопряжения может происходить при конформационных преобразованиях в молекулярной цепи. Например, как известно, цис-транс изомеризация полиацетилена приводит к росту количества ПМЦ в десятки раз. Подобный эффект может иметь место и в нашем случае.

Аналогично рассуждая, можно предположить, что повышение температуры от 100 до 300 К в отсутствие каких-либо конформационных изменений привел бы к сужению ширины сигнала от $H_{pp} = 9,2$ Гс до $H_{pp} = 8,5$ Гс получено экстраполяцией участка от 100 до 180 К до комнатной температуры. Однако в нашем случае при 180 К изменение конформации приводит к возникновению новых ПМЦ, а уменьшение ширины сигнала позволяет предположить, что в данном случае имеет место изменение состояния солитонов.

Таким образом, в работе измерениями магнитных свойств обнаружено наличие обратимых структурных перестроек в ПАНИ. Причем различные методы в пределах ошибок фиксируют постоянную температуру перехода для одного и того же образца, которая зависит от степени допирования и кристалличности образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Polyaniline: conformational changes induced in solution by variation of solvent and doping level / J. K. Avlyanov [et al.] // Synth. Metal. – 1995. – Vol. 72. – P. 65–71.
2. Сажин, Б. И. Электрические свойства полимеров / Б. И. Сажин, А. М. Лобанов, О. С. Романовская. – Л.: Ленингр. отд., 1977. – 192 с.
3. Электро- и тепло-физические свойства полианилина / А. С. Закиров [и др.] // Инж.-физ. журн. – 1996. – Т. 69, № 4. – С. 598–605.
4. Темирова, М. А. Влияние допирования на электрофизические свойства полианилина / М. А. Темирова // Проблемы механики. – 2007. – № 4. – С. 35–37.
5. Темирова, М. А. Исследование физических свойств источников тока на основе полимерных композитов / М. А. Темирова // Современные инновации. – 2017. – № 1 (15). – С. 11–14.

А. П. ХАМЕНЯ

УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

РАЗРАБОТКА ФЭНТЕЗИЙНО-ФАНТАСТИЧЕСКОЙ ИГРОВОЙ СЕРИИ

На сегодняшний день создать что-то по-настоящему новое чрезвычайно трудно, поскольку достаточно много вещей было придумано до нас. Поэтому сейчас творением можно назвать комбинирование уже существующего с последующим добавлением чего-то своего. На этом принципе основано разработанное нами игровое приложение.

Отметим, что в дальнейшем нами планируется создание целой серии игр в фэнтезийно-фантастическом жанре, описывающих весьма растянутую во времени историю от лица многих персонажей, которые в зависимости от действий игрока смогут даже встретиться друг друга в тот или иной момент повествования. Собранные вместе, все игры серии должны будут создать цельное понимание игровой вселенной.

Всего в серии планируется шесть частей: «Воля короля», «Гнев гнезда», «Торговый альянс», «Чёрная королева», «Железное сердце», «Падение трона». На данный момент разработаны первые три части (время прохождения первой части серии должно составить 15-20 часов).

В «Воле короля» за основу мира взята вселенная игры «Darksouls», созданная компанией Bandai Namco, но без претензий на членство в серии. В этой части рассказана история короля тёмных эльфов, которого вероломно лишили жизни его светлые сородичи и которому был дан второй шанс: ожить, вернуться в свой мир и освободить свой народ от захватчиков.

События части «Гнев гнезда» происходят в совсем другом мире, населённом народом арахн – фэнтезийным разумным видом с телом человека и телом паука вместо ног. История данной части повествует о борьбе юной арахны с застоявшейся и поэтому деградирующей империей планетарных масштабов, называемой «Гнездом». В основе истории лежит чудовищная пропасть между обеспеченным меньшинством и бедствующим большинством. История начинается, когда на планету арахн падает инопланетный корабль, а главная героиня находит единственного выжившего члена экипажа до того, как это сделают правительственные силы.

Главным героем «Торгового альянса» является тот самый персонаж, которого спасла героиня предыдущей части. Его вид зовётся птеаранами (внешний вид данных персонажей находится ещё в стадии доработки). Как оказалось, главный герой является одним из королей преступного мира своей

родины, но после возвращения с планеты арахн он решает измениться и обелить своё имя, став порядочным. Он приобретает торговый корабль и начинает свой путь.

В игровой серии планируется широкое разнообразие жанров: игроки успеют поучаствовать в схватках на мечах и в космических баталиях, просто создать свою экономическую империю.

Разработка игрового приложения осуществлялась в среде Unity3D, адаптированной под многие операционные системы, среди которых и Windows, причем процесс создания приложений практически не варьируется от системы к системе. Среда Unity, ориентируясь на выбранные настройки, позволяет собирать созданный проект так, чтобы он был понятен выбранной операционной системе, поэтому, хотя различия в методах сборки приложения на разных операционных системах и имеются, пользователю они не показываются.

О. В. ХАРИТОНОВА

УО МГОИРО (г. Могилев, Беларусь)

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА НАУЧНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ И ИХ СУЩНОСТЬ

В соответствии с образовательным стандартом общего среднего образования одной из важнейших целей обучения является овладение учащимися системой знаний основ наук. Подчеркивается, что основой содержания образовательного процесса являются научные знания. В определенной степени при конструировании содержания образования в качестве ориентиров могут применяться принципы дидактики, одним из определяющих принципов, применяющихся при конструировании содержания образования по основам наук, является принцип научности.

При анализе принципа научности были выявлены существенные характеристики его трактовки, которые позволяют конкретизировать содержание этого понятия с включением таких компонентов, как:

– специально отобранные и прочно установленные в современной науке факты, явления, законы и теории как содержание обучения;

– применение методов обучения, приближающихся к методам науки;

– овладение учащимися научными знаниями, формирование научного мировоззрения.

Содержание образования строится строго на научной основе, включает только твердо устоявшиеся в научной области факты и теоретические положения. В физике общепринятыми в качестве основных структурных элементов знаний являются научные факты, понятия, законы, теории, научная картина мира. Указанные структурные элементы научных знаний находят отражение в содержании общеобразовательных стандартов, учебных программ.

Выделенные элементы научных знаний взаимосвязаны. На основе анализа новых научных фактов вводятся новые научные понятия. Законы науки выражают существенные устойчивые связи между понятиями. Научные теории оперируют системами понятий, т. е. они выражают связи между понятиями, по связи более широкие, чем те, которые выражают законы. При освоении общего подхода к изучению основных структурных элементов знаний (научные факты, понятия, законы, теории, научная картина мира) учащиеся в дальнейшем смогут самостоятельно характеризовать физические явления и процессы [3].

Вторым компонентом принципа научности является применение методов обучения, приближающихся к методам науки, которые развивают мышление учащихся, помогают в понимании и усвоении законов науки. Овладение научными знаниями происходит тогда, когда научные понятия и законы науки выведены из анализа и синтеза конкретных предметов и явлений, усваиваются в единстве с научными теориями или научными гипотезами, которые явились исходными в образовании понятия или выведении научного закона [1].

Обучение методам научного познания является одной из основных задач обучения физике. Теория научного познания представляет собой единство теоретических и экспериментальных методов. К эмпирическим методам познания относят: наблюдение, выдвижение гипотезы, абстрагирование и идеализация, экспериментальная проверка гипотезы, анализ результатов, эмпирическое обобщение (чаще всего через индуктивное умозаключение). На теоретическом уровне познания преобладают следующие методы: теоретический анализ, выдвижение гипотезы, моделирование, мысленный эксперимент, теоретическое обобщение, дедуктивные выводы и т. д.

В основе курса физики лежат фундаментальные физические факты, которые опираются на эксперименты и наблюдения, доказывающие существование явлений и объектов, а также показывающие

зависимость между физическими величинами. Для освоения экспериментального метода познания необходимо овладение учащимися умениями:

- сравнивать явления, процессы;
- описывать наблюдаемые явления, процессы на языке физики;
- объяснять результаты эксперимента;
- выдвигать предположения (гипотезы) о наличии некоторых зависимостей, свойств и обосновывать их;
- планировать ход эксперимента; собирать или проектировать установку; измерять;
- фиксировать результаты эксперимента в виде таблиц; представлять результаты эксперимента в виде графиков; предсказывать результаты эксперимента.

Освоение экспериментального метода учебного научного познания позволяет овладеть определенной системой физических законов и понятий, которые могут быть использованы в качестве базы для дальнейшего изучения теоретических методов познания.

Теоретический цикл познания учащихся начинается с выдвижения гипотез, которые являются исходными положениями. После выводов и их экспериментальной проверки процесс познания возвращается к исходным гипотезам. Теоретическое познание на основе обобщения эксперимента раскрывает собственное содержание, открывает новые горизонты для эмпирического познания, ориентирует его в поисках новых фактов.

Теоретическое познание учащихся включает как уровень овладения отдельными методами науки (идеализация, моделирование, аналогия, мысленный эксперимент и т. д.), так и уровень усвоения целостной физической теорией.

Процесс развития научного познания помогает понять логику методов познания и соответствующих методов, приемов обучения, а также установить методические пути перехода от одного этапа процесса познания к другому. Гносеологическая формула цикла познания: *факты – гипотеза – теоретические – следствия – эксперимент* [2].

Если поэтапно включать методы научного познания в формирование понятий, законов, теорий содержания обучения, то это будет способствовать созданию у учащихся представлений о научной картине мира, процессе научного познания. Овладение научными знаниями создает основу для формирования у учащихся других компонентов научного мировоззрения: взглядов, убеждений, идеалов.

С целью выявления частоты использования учителями физики эмпирических и теоретических методов познания было проведено их анкетирование.

В результате анкетирования было выявлено, что у учащихся возникают проблемы при использовании методов научного познания, а как следствие этого – снижение интереса к учебному предмету «Физика».

Педагогами были предложены наиболее эффективные пути по овладению учащимися методами науки, которые будут способствовать повышению качества усвоения учебного материала, формированию у учащихся научного мировоззрения.

В результате исследования намечены пути по совершенствованию реализации принципа научности при изучении физики:

- разработать дидактическое обеспечение применения экспериментального метода познания (заданий для применения технологии учебного исследования, выполнения домашних опытов и наблюдений, изучить проблемы усвоения учащимися методов обработки экспериментальных измерений);
- изучить возможности современных образовательных технологий для обеспечения овладения учащимися теоретическими методами познания;
- создать дидактические средства для диагностики уровня сформированности у учащихся физических методов познания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / М. А. Данилов [и др.]. – М. : Просвещение, 1975. – 301 с.
2. Разумовский, В. Г. Физика в школе: научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. – М. : Владос, 2004. – 463 с.
3. Усова, А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А. В. Усова, А. А. Бобров. – М. : Просвещение, 1988. – 112 с.

В. И. ХВЕЩУК, Г. Л. МУРАВЬЕВ
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

О РАЗРАБОТКЕ И ОЦЕНКЕ КОНЦЕПЦИИ АСОИ

В работе предложен структурированный подход к решению задачи «разработка и оценка концепций» автоматизированных систем обработки информации (АСОИ) на примере систем клиент-серверной архитектуры. Данная задача решается на предпроектной стадии создания автоматизированных систем [1] («Разработка концепции АС»). Здесь в качестве объекта автоматизации (ОА) рассматриваются процессы обработки информации (документов), циркулирующей в рамках предприятий, отдельных его подразделений, отдельных рабочих мест специалистов или отдельных задач. Актуальность указанной задачи заключается в том, что результаты ее решения являются основой для разработки технического задания на создание АСОИ, от полноты и точности содержания которого во многом зависит успешность процесса создания АСОИ.

Концепция АСОИ определяется как совокупность согласованных решений по структуре системы, ее элементам и жизненному циклу, которые формируются на основе требований, заданных заинтересованными лицами (ЗЛ). Концепция АСОИ представляется в виде двух взаимосвязанных компонентов (собственно концепции построения АСОИ и концепции ввода АСОИ в действие). Ее необходимо определить (разработать), оценить и выбрать ту, которая наиболее полно соответствует требованиям ЗЛ.

Исходными данными для рассматриваемой задачи являются результаты выполнения стадии «Формирования требований к АС» [1], которые определяют следующие компоненты: цель и назначение АСОИ; каталог ЗЛ; требования ЗЛ к АСОИ и к процессу ее создания; результаты обследования ОА и другие. В общем случае, требования к АСОИ можно разделить на определенные группы [2]: требования к структуре и функционированию системы; требования к функциям системы; требования к пользователям и эксплуатационному персоналу; требования к математическому, программному, техническому, информационному, методическому обеспечению АСОИ и другие.

АСОИ будем рассматривать как совокупность взаимосвязанных системных элементов (программных, технических, информационных и организационных), ориентированных на автоматизацию человеческой деятельности по обработке информации в заданном объекте. Системный элемент – это часть системы, которая может быть самостоятельно создана, повторно использована, приобретена или модифицирована. Соответственно концепция АСОИ, для заданной архитектуры (клиент-серверной) представляется набором в виде следующих системных решений:

1. Определение перечня рабочих (для пользователей и эксплуатационного персонала) и серверных (серверов) станций.
2. Определение для каждой рабочей и серверной станции программных элементов (системных, инструментальных и прикладных программ), информационных элементов (файлов, баз данных) и технических элементов (средств вычислительной техники, устройств).
3. Определение организационных элементов, обеспечивающих эксплуатацию АСОИ и ее элементов.

Концепция ввода АСОИ в действие представляется в виде совокупности работ, которые необходимо выполнить в ОА для ввода системы в действие [1] и зависит от состояния ОА, от состава и структуры АСОИ.

Для оценки отдельного варианта концепции АСОИ можно использовать количественные (стоимость, трудоемкость, длительность) и качественные (уровень удовлетворения требования ЗЛ) показатели. Для выбора отдельного варианта из набора разработанных вариантов в целях его последующей реализации можно использовать как однопараметрические, так и многопараметрические показатели.

Процесс реализации стадии «Разработка концепции АС» представляет собой последовательность преобразований требований ЗЛ к АСОИ (результаты выполнения стадии «Формулирование требований к АС») в ее концепцию, оценку, анализ и выбор концепции, наиболее полно удовлетворяющей требованиям ЗЛ. Структурированный перечень работ реализации стадии «Разработка концепции» обобщенно представлен ниже:

1. Анализ каталога требования ЗЛ и преобразование его в каталог требований к АСОИ (идентификация требований, анализ требований, оценка рисков, согласование требований с ЗЛ, документирование требований к АСОИ).
2. Построение и исследование моделей ОА (разработка моделей «как есть», «как будет» и их исследование).
3. Предварительное обоснование необходимости создания АСОИ (анализ деятельности ОА и определение недостатков, разработка направлений автоматизации, экспертная оценка затрат и другие).

4. Определение модели и показателей для оценки концепции АСОИ, а также критериев для выбора концепции для ее реализации.

5. Выбор вида разработки АСОИ (создание новой системы, приобретение существующей, модернизация существующей и другие).

6. Разработка и оценка вариантов концепции АСОИ, а также мероприятий по вводу АСОИ в действие.

7. Выбор концепции для создания АСОИ наиболее полно удовлетворяющей требованиям ЗЛ.

8. Управление требованиями ЗЛ.

9. Документирование концепции АСОИ.

Разработка отдельного варианта концепции АСОИ предполагает выделение определенного перечня требований из каталога требований к АСОИ, и на его основе разрабатывается вариант АСОИ (структура, перечень программных, информационных, технических и организационных системных элементов) и реализуется его оценка. При оценке отдельных элементов возможны следующие варианты: для оценки готовых системных элементов (технические элементы и системные и инструментальные программы), которые приобретают или повторно применяют, используют существующие рыночные цены; для оценки стоимости создаваемых элементов (прикладных программ и информационных элементов – файлов и баз данных) используются различные методики [4] и экспертные данные.

Если предложенный вариант не удовлетворяет заказчика АСОИ, то необходимо изменить и заново согласовать с заказчиком исходный набор требования, а процедуру разработки, оценки и выбора концепции повторить для нового набора требований.

Таким образом, в докладе представлены результаты разработки подхода к решению задачи «разработка и оценка концепций» АСОИ клиент-серверной архитектуры на основе ГОСТов 34 группы [1, 2], ИСО/МЭК 15288:2008 [3] и личного опыта авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания : ГОСТ 34.601-90. – Введ. 01.01.1992. – М. : Стандартинформ, 2009.

2. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы Техническое задание на создание автоматизированной системы: ГОСТ 34.602-89. – Введ. 01.01.1990. – М. : Стандартинформ, 2009.

3. ISO/IEC 15288:2008. System and software engineering – System life cycle processes [Electronic resource] // Online Browsing Platform (OBP). – Mode of access: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:15288:ed-2:v1:en>. – Date of access: 28.02.2020.

4. Орлов, С. А. Программная инженерия: технологии разработки программного обеспечения : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / С. А. Орлов. – 5-е изд., обновл. и доп. – СПб. : Питер, 2016. – 640 с. – (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения).

М. В. ЦИГИКА, А. А. КОГУИЧ, С. М. ГАСИНЕЦ, А. А. ГРАБАР

Ужгородский национальный университет (г. Ужгород, Украина)

МОДИФИКАЦИЯ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛОВ $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ ЛЕГИРОВАНИЕМ Cu

Кристаллы сегнетоэлектрика $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ активно исследуются в качестве перспективных фоторефрактивных материалов для красной и ближней ИК областей спектра. Их преимуществами являются относительно короткие (миллисекунды) времена формирования фоторефрактивных голограмм, а также высокие значения коэффициентов энергообмена Γ при двухволновом взаимодействии. Как было показано ранее [1], основным фактором увеличения Γ является легирование, и дальнейший прогресс связан с поиском новых легирующих добавок, оптимизации их концентраций, а также разработки новых методов введения примесных атомов в предварительно выращенный кристалл. Целью таких технологических работ является получение модифицированного фоторефрактивного материала, сочетающего высокие коэффициенты усиления Γ , короткие времена формирования решетки и ее релаксации, а также стабильность усиленного сигнала.

В данной работе приводятся результаты модификации образцов $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ путем легирования атомами меди, вводимыми как в процессе роста, так и путем послеростовой термодиффузии металлической меди с поверхности образцов, а также их двойным легированием.

Монокристаллы $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ хорошего оптического качества с объемом 1–2 см³ выращиваются методом химических транспортных реакций из стехиометрического состава исходных элементов, с добавлением йода в качестве транспортера, а также легирующих добавок, как правило, в количестве от 0,5 до 3 мол. %. Другим апробированным способом легирования была термодиффузия металлической меди в объем образца, нанесенной на грань кристалла электрохимическим методом. При температурах

отжига 300–400° С и его длительности 50–100 часов диффундирование Cu в Sn₂P₂S₆, проявляющееся в частности в изменении оптического пропускания вблизи края поглощения, наблюдается на длинах 5 мм и более. Заметим, что в данных кристаллах, выращенных с добавлением меди в исходную ампулу, практически нет изменений оптического поглощения. Это свидетельствует о различных позициях атомов Cu, внедренных разными способами в решетку Sn₂P₂S₆. Логично предположить, что в случае диффузионного модифицирования Cu представляет собой примесь внедрения, а в случае выращенного с медью кристалла – примесь замещения.

После выращивания и обработки ориентированные образцы с типичными размерами ~5*6*3 мм³ поляризовались для достижения монодоменного состояния. Эксперименты по определению фоторефрактивных характеристик модифицированных кристаллов проводились стандартным методом: два когерентных пучка He-Ne лазера (633 нм, ~15 мВт) с отношением интенсивностей I_s : I_p = 1:100 сводились в объеме образца, и коэффициент усиления Γ рассчитывался по изменению интенсивности сигнального пучка I_s при включенном и выключенном опорном пучке I_p из соотношения:

$$\Gamma(t) \cong \frac{1}{d} \ln \frac{I_s(t)}{I_s(0)}, \quad (1)$$

где d – толщина образца, I_s(0) и I_s(t) – измеренные фотодиодом интенсивности сигнального пучка при I_p = 0 и с включенным опорным пучком, соответственно. Временные зависимости I_s(t) записывались цифровым осциллографом, и рассчитанные по (1) кривые Γ(t), полученные при периодах решетки ~1 мкм, приведены на рисунках 1–3.

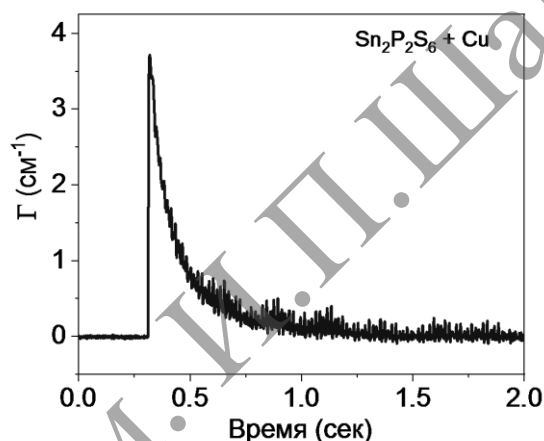


Рисунок 1. – Динамика коэффициента двух-волнового взаимодействия в кристалле Sn₂P₂S₆, модифицированном диффузией Cu

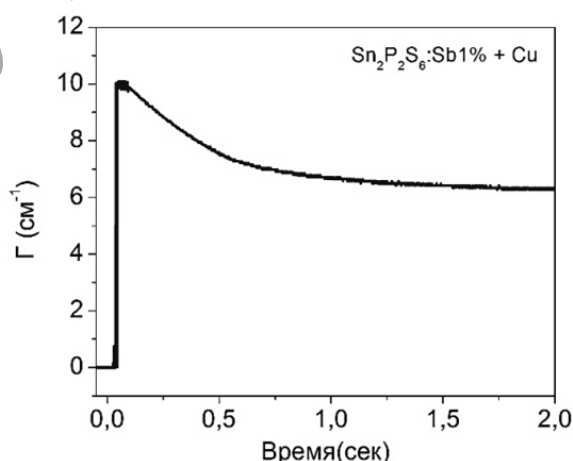


Рисунок 2. – Динамика коэффициента двух-волнового взаимодействия в кристалле Sn₂P₂S₆, легированном 1мол. % Sb и модифицированном диффузией Cu

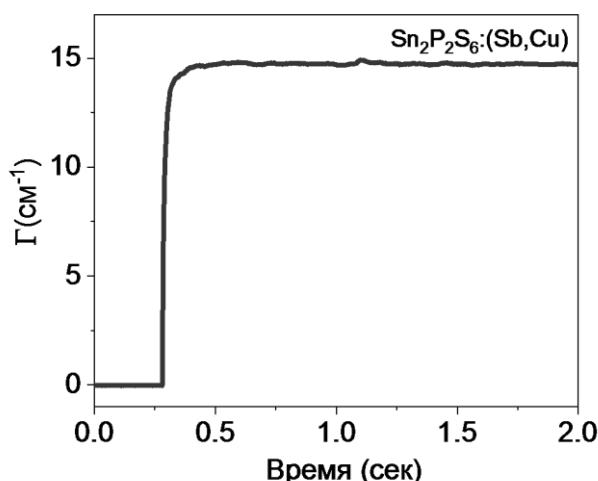


Рисунок 3. – Динамика коэффициента двухволнового взаимодействия в кристалле $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, легированном 1 % Cu и 1 % Sb

Для кристаллов $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, в том числе легированных, типичной является сложная динамика отклика, которая включает экспоненциальный рост амплитуды фоторефрактивной решетки, формируемой диффузией фотоиндуцированных носителей, и ее последующий спад, определяющийся процессами зарядовой компенсации решетки пространственного заряда. Процессы компенсации ограничивают возможности использования кристалла в качестве фоторефрактивного материала в различных устройствах динамической голографии. Как видно из рисунков 1 и 2, внедрение Cu в данные кристаллы приводит к усилению компенсирующей компоненты. Причиной этого вероятно является повышение темновой проводимости, наблюдающаяся в кристаллах $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ с медью, введенной как в процессе их роста, так и путем диффундирования.

Более технологически сложным путем модификации кристаллов является двойное легирование. Его реализация возможна как внедрением диффундирующих атомов в ранее выращенный легированный кристалл, так и добавлением двух различных легирующих элементов в исходную ампулу. В нашей работе были опробованы оба метода с использованием комбинации Sb и Cu, поскольку Sb является одной из наиболее эффективных фоторефрактивных примесей, а медь легко вводится термодиффузией. Как и в случае с нелегированным кристаллом, диффузия меди в $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6\text{:Sb}1\%$ не приводила к улучшению фоторефрактивных параметров, однако усиливала компенсационную компоненту (рисунок 2). В то же время кристалл, выращенный с одновременной добавкой по 1 % Sb и Cu в исходный состав, продемонстрировал достаточно высокие значения коэффициента усиления и, что наиболее важно, практически полное отсутствие компенсационной компоненты в динамике фоторефрактивного отклика (рисунок 3). Это делает данный состав привлекательным для использования в динамических интерферометрах [2] и оптических схемах с фазовым сопряжением, где стабильность играет важную роль. Вероятной причиной влияния такой пары дефектов на динамику усиления является компенсирующая роль атомов меди, нейтрализующих вакансии олова, стимулированные замещением Sn^{2+} на Sb^{3+} . Выяснение механизма взаимного влияния этих двух дефектов требует дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tailoring of infrared photorefractive properties of $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ crystals by Te and Sb doping / T. Bach [et al.] // J. Opt. Soc. Am. B. – 2007. – Vol. 24. – P. 1535.
2. Dynamic holographic interferometry with doped $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ photorefractive crystals / A. Grabar [et al.] // J. Phys. Conf. Ser. – 2017. – Vol. 867. – P. 1–3.

У. А. ШЫЛІНЕЦ, У. С. ГАНІСЕЎСКИ

УА ФПБ «Міжнародны ўніверсітэт “МІТСО”» (г. Мінск, Беларусь)

МЕТАД F-МАНАГЕННЫХ ФУНКЦЫЙ У ТЭОРЫІ ДЫФЕРЭНЦЫЯЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ

Для вывучэння дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных выкарыстоўваюцца розныя метады. Адным з такіх метадаў з’яўляецца метады функцый, манагенных у сэнсе У. С. Фёдарова (F-манагенных) [1–8]. У прыватнасці, пры дапамозе F-манагенных функцый атрымліваецца пабудаваная функцыянальна-інварыянтная рашэнні сістэмы Максвэла для электрамагнітнага поля ў пустэце [9, 10]. Акрамя гэтага, пры дапамозе адзначаных функцый атрымліваецца для асобных відаў дыферэнцыяльных раўнанняў і сістэм дыферэнцыяльных раўнанняў будаваць рашэнні ў замкнутай форме.

У дадзенай працы пры дапамозе F-манагенных гіперкампліксных функцый даследуецца сістэма трох дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных.

Разгледзім сістэму дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных выгляду

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial w}{\partial z}, \\ \frac{\partial v}{\partial x} &= \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial z}, \\ \frac{\partial w}{\partial x} &= \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

дзе u, v, w – шуканыя камплексназначныя функцыі трох рэчаісных зменных x, y, z . Усе разглядаемыя функцыі мяркуюцца дыферэнцавальнымі ў некаторым адназвязным абсягу D -эўклідавай прасторы $E^3(x, y, z)$.

Няхай алгебра A – асацыятыўна-камутатыўная алгебра з базісам $1, \lambda, \lambda^2$, дзе закон множання вызначаецца роўнасцю $\lambda^3 = 1$.

Увядзём у разгляд гіперкампліксную функцыю $f = u + \lambda v + \lambda^2 w$. У якасці базы фармальных вытворных выбіраем гіперкампліксныя функцыі $p = x + 2\lambda y + \lambda^2 z$, $q = \lambda y + \lambda^2 z$, $t = \lambda^2 z$ [11].

Тады на падставе азначэння фармальных вытворных [11] атрымліваем наступную тэарэму.

Тэарэма 1. Сістэма дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (1) раўназначная раўнанню ў фармальных вытворных

$$\frac{\partial f}{\partial t} = 0, \quad (2)$$

дзе $f = u + \lambda v + \lambda^2 w$, $\frac{\partial f}{\partial t} = f'_x + \lambda f'_z + \lambda^2 f'_y$.

Роўнасць (2) сведчыць аб тым, што f – адвольная манагенная ў сэнсе У. С. Фёдарова адносна функцый p і q у абсягу D -функцыя.

Калі даследаваць структуру такіх F-манагенных гіперкампліксных функцый, то атрымаем наступную тэарэму.

Тэарэма 2. Агульнае рашэнне сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (1) мае выгляд:

$$u = \frac{P + Q + R}{3},$$

$$v = \frac{P\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3}r\right) - Q\left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3}r\right) - R\left(\frac{1}{3}r - \frac{1}{3}\right)}{1 - r},$$

$$w = \frac{Q\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3}r\right) - P\left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3}r\right) + R\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{3}r\right)}{1-r},$$

дзе $P \equiv P[\alpha, \xi]$ ($Q \equiv Q[\beta, \eta]$, $R \equiv R[\gamma, \zeta]$) – адвольная камплексная функцыя, F-манагенная па функцыях α і ξ (β і η , γ і ζ) у абсягу D , $\alpha = x + 2yr^2 + zr$, $\beta = x + 2yr + zr^2$, $\gamma = x + 2y + z$, $\xi = yr^2 + zr$, $\eta = yr + zr^2$, $\zeta = y + z$, $r = e^{\frac{2}{3}\pi i}$.

ЛІТАРАТУРА

1. Федоров, В. С. Основные свойства обобщённых моногенных функций / В. С. Федоров // Известия вузов. Математика. – 1958. – № 6. – С. 257–265.
2. Павлов, С. Д. Решение систем линейных дифференциальных уравнений с частными производными с помощью моногенных функций в смысле В. С. Федорова / С. Д. Павлов // Anal. stiint. Univ. Iasi. – 1962. – F. 2. – T. 8. – P. 323–329.
3. Стельмашук, Н. Т. О некоторых линейных дифференциальных системах в частных производных / Н. Т. Стельмашук // Сибирский математический журнал. – 1964. – № 1. – Т. 5. – С. 166–173.
4. Кусковский, Л. Н. О краевой задаче типа Римана-Гильберта / Л. Н. Кусковский // Дифференциальные уравнения. – 1975. – № 3. – Т. 11. – С. 52–532.
5. Стельмашук, Н. Т. Метод формальных производных для решения задачи Коши для одной системы дифференциальных уравнений в частных производных / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Дифференциальные уравнения. – 1993. – № 11. – Т. 29. – С. 2019–2020.
6. Stelmashuk, N. T. The solution of the boundary value problem for a system of equations in formal derivatives by means dual differential operators / N. T. Stelmashuk, V. A. Shylinets // Труды института математики НАН Беларуси. – 2004. – № 2. – Т. 12. – С. 170–171.
7. Стельмашук, Н. Т. О преобразовании к каноническому виду системы линейных уравнений в частных производных с помощью двойных дифференциальных операторов / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2008. – № 2. – С. 61–65.
8. Шылінец, У. А. Даследаванне краёвай задачы для аднаго класа рашэнняў хвалевага раўнання / У. А. Шылінец, І. М. Гуло // Весці БДПУ. Сер. 3. – 2019. – № 2. – С. 17–20.
9. Стельмашук, Н. Т. Об одном исследовании системы Максвелла с помощью F-моногенных функций / Н. Т. Стельмашук // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1967. – № 2. – Т. 7. – С. 431–436.
10. Стельмашук, М. Т. Пабудова інтэгральных выяўленняў для функцыянальна-інварыянтных рашэнняў сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў Максвелла / М. Т. Стельмашук, У. А. Шылінец // Весці БДПУ. – 1999. – № 2. – С. 147–150.
11. Гусев, В. А. об одном обобщении ареолярных производных / В. А. Гусев // Bul. stiint. al Institut. politehnic Timisoara. – 1962. – F. 2. – T. 7. – P. 223–238.

Именной указатель авторов



А

АБДУЛЛАЕВ Ж. М. 101, 120
АБСОБИРОВ С. К. 3
АЗЗАМОВА Н. Б. 69
АКРЕСТИНА А. С. 4
АКСЕНОВ К. Г. 4
АЛИМОВ А. Я. 6
АЛЛАКУЛЫЕВ М. К. 10
АМАНОВА М. А. 123
АМЕТОВ Р. А. 100
АРТИКОВ Х. К. 7, 9, 13, 14, 105
АСТРЕЙКО Е. С. 10, 110
АХМЕДОВ А. А. 11, 13, 14, 16
АХМЕДОВ А. П. 116
АХРАМЕНКО Н. А. 124
АШУРОВА Д. Н. 18

Б

БАЙГАНОВА А. М. 19, 21
БЕЛАЯ О. Н. 22
БЕРТЕЛЬ И. М. 49
БИСЕНОВА Б. Т. 103
БЛИЗНЮК А. В. 55
БОКУТЬ Л. В. 126
БОНЧЕВСКАЯ Н. Н. 10
БОРКОВСКАЯ И. М. 23
БОРОДИЧ Н. Н. 25

Г

ГАДАЕВА З. 95
ГАЛЕНКО Е. Н. 127
ГАСИНЕЦ С. М. 213
ГАНИСЕЎСКИ У. С. 216
ГЕРАСИМОВА Т. Ю. 27
ГОЛУБ А. А. 133, 180
ГОЛЬЦЕВ М. В. 22
ГОРБАЧЕВ Е. И. 169
ГРАБАР А. А. 213
ГРИГОРЬЕВ А. А. 29
ГРИЦУК Д. В. 129
ГУЗЕЛЕВИЧ И. А. 22
ГУЗОВЕЦ А. А. 162
ГУЛО И. Н. 74
ГУНДИНА М. А. 51, 130
ГУЦКО Н. В. 30
ГУШЛЯК В. О. 133

Д

ДАВЛЕТНИЗОВ С. П. 100
ДАВЫДОВСКАЯ В. В. 107
ДЖУМАНАЗАРОВА Н. М. 32
ДЖУРАЕВ Д. Д. 66
ДОРОШЕВИЧ И. Л. 134
ДОЦЕНКО Е. И. 124
ДРУШЛЯК М. Г. 32
ДУСТОВ С. Т. 34
ДУШЕИНА Л. В. 35

Е

ЕГОРОВ Н. Н. 37
ЕСМАН А. К. 136, 138
ЕФРЕМОВА М. И. 45

Ж

ЖАРИХИНА Л. П. 35
ЖУК М. С. 201, 203
ЖУМАЕВ С. С. 139
ЖУРАВКОВ. В. В. 60

З

ЗАБАШТА А. Ф. 82
ЗЕЙЛИКОВИЧ И. С. 38
ЗЕРНИЦА Д. А. 142
ЗЫКОВ Г. Л. 136, 138

И

ИВАНОВА Ж. В. 40
ИВАШКЕВИЧ А. В. 144, 146, 192
ИВАЩЕНКО И. А. 42
ИГНАТЕНКО В. В. 43
ИГНАТОВИЧ С. В. 45

К

КАМОЛОВ И. Р. 47
КАСИМОВ А. Б. 48
КИСТЕНЕВА М. Г. 4
КЛИНЦЕВИЧ С. И. 49, 58
КОВАЛЕВА Н. И. 22
КОВАЛЕНКО Д. Л. 82
КОГУТИЧ А. А. 213
КОЖУШКО В. В. 169
КОЗИНСКИЙ А. А. 148
КОНДРАТЬЕВА Н. А. 51
КОНДРАТЮК А. П. 53
КОНЦЕВОЙ Е. Н. 171
КОРЧЕМЕНКО С. В. 54, 187
КРАВЧЕНЯ Э. М. 55
КУДРАТОВ Э. А. 16
КУЛАК Г. В. 154
КУЛЕШ А. Ю. 158
КУЛЕШОВ В. К. 138
КУРКИНА Л. В. 160
КУРМАНСЕЙТОВА Ш. К. 19, 21

Л

ЛЕВОНЮК М. И. 160
ЛЕНДЕНКОВА С. И. 162
ЛЕСЬКО Д. В. 53
ЛИСТОПАД В. В. 56
ЛОБОВА Е. А. 198
ЛУКАШЕВИЧ С. А. 162
ЛУКАШИК Е. Я. 49, 58
ЛУЦЕВИЧ А. А. 60
ЛЮЛЬКИН А. Е. 164

М

МАКАРЕВИЧ А. В. 123, 166
МАКАРЕВИЧ Т. А. 59
МАКСИМЕНКО А. В. 171
МАЛИШЕВСКИЙ В. Ф. 60
МАНСУРОВА Ш. М. 7, 47
МАРКОВ А. В. 117
МАСКЕВИЧ С. А. 196
МАТВЕЕВА А. Г. 154
МАТЕЦКИЙ Н. В. 38

МАТЫСИК О. В. 158, 160
МЕДВЕДСКИЙ А. В. 168
МИРСААТОВ Р. М. 116
МИТЮРИЧ Г. С. 169, 171
МИТЮРИЧ Д. Г. 169, 171
МИХАЙЛЕНКО А. В. 4
МОЖЕЙ Н. П. 174
МОТУЗКО М. А. 175
МУЗАФАРОВ А. М. 176
МУЗАФАРОВА Л. Н. 63
МУМИНОВ Б. Б. 66
МУРАВЬЕВ Г. Л. 67, 212
МУХОВ С. В. 67
МЫШКОВЕЦ В. Н. 169

Н

НАВНЫКО В. Н. 123, 166
НАСРИДДИНОВ К. Р. 69
НЕКРАСОВА Г. Н. 91
НИКИТИН А. В. 38
НИКОЛАЕНКО А. А. 180
НИКОЛАЕНКО Т. В. 154
НИЧИПОРКО С. Ф. 166

О

ОВСИЮК Е. М. 181
ОЛТИЕВ Б. Ш. 208
ОМОНБАЕВА М. Э. 47
ОРЛИКОВ Л. Н. 183

П

ПАВЛЕНКО А. П. 124
ПАШКО А. К. 71
ПИРЮТКО О. Н. 73, 74
ПИСКУНОВ В. С. 185
ПЛОХОДЬКО В. Р. 168
ПОБИЯХА А. С. 171
ПОДАНЕВА Н. В. 183
ПОДКОПАЕВ П. А. 54, 187
ПОПЧЕНЯ О. В. 189, 190
ПОТАЧИЦ В. А. 136, 138
ПЧЕЛЬНИК В. К. 76
ПЫЖКОВА О. Н. 23
ПЫТЛЯК Е. Д. 198

Р

РАДЮК Д. И. 78, 79
РАЖАБОВ Ж. К. 208
РЕДЬКОВ В. М. 192
РОМАНИШИН Р. Я. 194
РОМАНЧУК Т. А. 80

С

САВАСТЕНКО Н. А. 168, 196, 198
САВАЩУК Т. А. 200
САВЕНКО В. С. 201, 203
САВЧУК Г. К. 116
САКОВИЧ Т. Н. 205
САМОФАЛОВ А. Л. 82
САФРОНОВ А. П. 181
СЕМЧЕНКО И. В. 82
СЕРАЯ З. Н. 87
СЕРЫЙ А. И. 84, 85
СИЛАЕВ Н. В. 86, 87

СЛОНЕВСКИЙ С. В. 207
СМИРНОВ С. В. 4
СМОЛЯКОВА О. Ф. 88
СОЛОВЕЙ М. П. 126
СОЛОВЧУК А. М. 90
СТАРОВОЙТОВА О. В. 91
СУРИН Т. Л. 40

Т

ТЕМИРОВА М. А. 208
ТОШПУЛАТОВА Ш. О. 95
ТУХТАЕВ К. Х. 98
ТУХТАЕВА Ф. Х. 98

У

УТАПОВ Т. У. 18

Ф

ФАЙЗИЕВ М. Ш. 96
ФЕДОТОВ А. К. 82
ФЕДОТОВ А. С. 82

Х

ХАИТОВА Ш. Г. 47
ХАЛЕЦКИЙ А. В. 169, 171
ХАЛИМОВА К. Б. 95
ХАМЕНЯ А. П. 209
ХАМРОЕВА С. Н. 16
ХАРИТОНОВА О. В. 210
ХВЕЩУК В. И. 67, 212
ХИЛЬМАНОВИЧ В. Н. 38
ХОЛБОЕВ И. 176
ХОЛИКОВ О. Х. 98
ХОЛИКОВ С. Х. 98
ХОЛОВ Д. М. 9, 14, 100, 103, 176
ХУДОЙБЕРГАНОВ С. Б. 116
ХУДОЙБЕРДИЕВ Е. Н. 103
ХУДОЙБЕРДИЕВ Э. Н. 69, 101
ХУЖЖИЕВ С. О. 105
ХУШНАЗАРОВА Ш. Н. 3

Ц

ЦИГИКА М. В. 213

Ч

ЧИЧУРИН А. В. 181

Ш

ШАНДАРОВ С. М. 4, 183
ШАРАЙ В. С. 107
ШАРКО С. А. 127
ШАХИНА И. Ю. 110
ШЕПЕЛЕВИЧ В. Г. 142
ШЕПЕЛЕВИЧ В. В. 123, 166
ШИЛИНЕЦ В. А. 112
ШИМЧУК А. О. 48
ШИРВЕЛЬ П. И. 130
ШОХА В. П. 56
ШЫЛІНЕЦ У. А. 216

Щ

ЩЕРБОВИЧ А. А. 196, 198
ЩУР С. Н. 113

Ю

ЮРКЕВИЧ Н. П. 116

Я

ЯШКИН В. И. 117

В

BALAN V. 150, 152

Н

HAMRAYEV O' N. 178

К

KAMALOVA F. 92, 94
KAMALOVA U. 92
KHOLIKOV M. M. 178
KRYLOVA N. G. 150, 152
KURBANOVA F. 92

М

MAKHMUDOVA M. A. 62

N

NASIROVA SH. N. 62, 178

S

SADILLOEVA L. 94

O

OVSİYUK E. M. 150, 152

T

TOSHPULATOVA SH. O. 92, 94

V

VOYNOVA YA. A. 150, 152

Y

YUSUPOV X. N. 178

Содержание



Секция 1

Опыт и перспективы использования инновационных технологий в преподавании физико-математических дисциплин в учреждениях высшего образования

АБСОБИРОВ С. К., ХУШНАЗАРОВА Ш. Н. ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ	3
АКРЕСТИНА А. С., МИХАЙЛЕНКО А. В., АКСЕНОВ К. Г., КИСТЕНЕВА М. Г., ШАНДАРОВ С. М., СМИРНОВ С. В. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУР GaN/InGaN НА САПФИРОВОЙ ПОДЛОЖКЕ	4
АЛИМОВ А. Я. ПРОВЕДЕНИЕ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	6
АРТИКОВ Х. К., МАНСУРОВА Ш. М. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ	7
АРТИКОВ Х. К., ХОЛОВ Д. М. НОВАЯ МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ	9
АСТРЕЙКО Е. С., БОНЧЕВСКАЯ Н. Н., АЛЛАКУЛЫЕВ М. К. ТИПОЛОГИЯ КОНФЛИКТОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН	10
АХМЕДОВ А. А. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ – ПЕРСПЕКТИВА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ	11
АХМЕДОВ А. А., АРТИКОВ Х. К. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ	13
АХМЕДОВ А. А., АРТИКОВ Х. К., ХОЛОВ Д. М. ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЗНАНИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ	14
АХМЕДОВ А. А., КУДРАТОВ Э. А., ХАМРОЕВА С. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА СОГЛАСОВАННОСТИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ	16
АШУРОВА Д. Н., УТАПОВ Т. У. НЕОБХОДИМОСТЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ФОРМИРОВАНИИ ЦЕЛОСТНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ	18
БАЙГАНОВА А. М., КУРМАНСЕЙТОВА Ш. К. ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ	19
БАЙГАНОВА А. М., КУРМАНСЕЙТОВА Ш. К. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В ИННОВАЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-ИНФОРМАТИКОВ	21
БЕЛАЯ О. Н., ГОЛЬЦЕВ М. В., КОВАЛЕВА Н. И., ГУЗЕЛЕВИЧ И. А. МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ ДЛЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	22
БОРКОВСКАЯ И. М., ПЫЖКОВА О. Н. О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	23

БОРОДИЧ Н. Н. АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИКА» ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОМИНИРУЮЩЕЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	25
ГЕРАСИМОВА Т. Ю. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	27
ГРИГОРЬЕВ А. А. ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ КИНЕТИКИ ЧАСТИЦ НА ПЛОСКОСТИ ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ МАТНСАД	29
ГУЦКО Н. В. ФОРМИРОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ	30
ДЖУМАНАЗАРОВА Н. М. О ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЛИНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ	32
ДРУШЛЯК М. Г. О СРЕДСТВАХ ФОРМИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ	32
ДУСТОВ С. Т. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕКЦИИ	34
ДУШЕИНА Л. В., ЖАРИХИНА Л. П. ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ В ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	35
ЕГОРОВ Н. Н. ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ	37
ЗЕЙЛИКОВИЧ И. С., МАТЕЦКИЙ Н. В., НИКИТИН А. В., ХИЛЬМАНОВИЧ В. Н. НАТУРНЫЙ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ	38
ИВАНОВА Ж. В., СУРИН Т. Л. О МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ», «СОВРЕМЕННЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА»	40
ИВАЩЕНКО И. А. МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ВОЕННОМ ВУЗЕ	42
ИГНАТЕНКО В. В. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ	43
ИГНАТОВИЧ С. В., ЕФРЕМОВА М. И. ТЕСТИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ	45
КАМОЛОВ И. Р., ХАЙТОВА Ш. Г., ОМОНБАЕВА М. Э., МАНСУРОВА Ш. М. ОБУЧЕНИЕ АСТРОНОМИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ПЕДАГОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	47
КАСИМОВ А. Б., ШИМЧУК А. О. ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ	48
КЛИНЦЕВИЧ С. И., БЕРТЕЛЬ И. М., ЛУКАШИК Е. Я. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ	49
КОНДРАТЬЕВА Н. А., ГУНДИНА М. А. АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОЗДАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ	51
КОНДРАТЮК А. П., ЛЕСЬКО Д. В. МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОДОВ НА ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ	53
КОРЧЕМЕНКО С. В., ПОДКОПАЕВ П. А. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ВОЕННОМ ВУЗЕ	54
КРАВЧЕНЯ Э. М., БЛИЗНЮК А. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE КАК ИНТЕРАКТИВНОГО СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ	55
ЛИСТОПАД В. В., ШОХА В. П. О РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ MS EXCEL	56
ЛУКАШИК Е. Я., КЛИНЦЕВИЧ С. И. ФАКУЛЬТАТИВНЫЙ КУРС «ОСНОВЫ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ	58
МАКАРЕВИЧ Т. А. О ПРОБЛЕМЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ	59

МАЛИШЕВСКИЙ В. Ф., ЛУЦЕВИЧ А. А., ЖУРАВКОВ В. В. РОЛЬ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ	60
MAKHMUDOVA M. A., NASIROVA SH. N. PLACE AND SIGNIFICANCE OF SOFTWARE-SUPPORTED SOLUTIONS IN ENHANCING EDUCATION EFFICIENCY	62
МУЗАФФАРОВА Л. Н. ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ НА ЛЕКЦИЯХ ПО МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ	63
МУМИНОВ Б. Б., ДЖУРАЕВ Д. Д. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ПРЕДМЕТА «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	66
МУРАВЬЕВ Г. Л., ХВЕЩУК В. И., МУХОВ С. В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО ДОСТУПА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	67
НАСРИДИНОВ К. Р., ХУДОЙБЕРДИЕВ Э. Н., АЗЗАМОВА Н. Б. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА КАК ОСНОВА ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ	69
ПАШКО А. К. ТЕОРЕТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В МЕДИЦИНЕ»	71
ПИРЮТКО О. Н. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ТРУДНОСТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СЛОЖНЫХ ТЕМ ШКОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ МЕТАДЕЯТЕЛЬНОСТИ	73
ПИРЮТКО О. Н., ГУЛО И. Н. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПОРОГОВОГО УРОВНЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	74
ПЧЕЛЬНИК В. К. К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ ДИАГОНАЛЬНЫХ МИНОРОВ МАТРИЦЫ ПЕРЕМЕННОГО РАЗМЕРА В MS EXCEL	76
РАДЮК Д. И. ИЗ ОПЫТА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	78
РАДЮК Д. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ	79
РОМАНЧУК Т. А. САМОРАЗВИТИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	80
СЕМЧЕНКО И. В., ЗАБАШТА А. Ф., ФЕДОТОВ А. С., КОВАЛЕНКО Д. Л., САМОФАЛОВ А. Л., ФЕДОТОВ А. К. ПЕРСПЕКТИВЫ УЧАСТИЯ УНИВЕРСИТЕТОВ БЕЛАРУСИ В ПРОГРАММЕ ERASMUS+ (АКРОНИМ CybPhys)	82
СЕРЫЙ А. И. К ВОПРОСУ О ЗАМЕДЛЕНИИ ВРЕМЕНИ В СПЕЦИАЛЬНОЙ И ОБЩЕЙ ТЕОРИЯХ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	84
СЕРЫЙ А. И. К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИЗАЦИИ СВЕДЕНИЙ ОБ ОСНОВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ В КУРСЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	85
СИЛАЕВ Н. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ XML-ФОРМАТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	86
СИЛАЕВ Н. В., СЕРАЯ З. Н. АБСТРАКТНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ В КУРСЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	87
СМОЛЯКОВА О. Ф. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВУЗОВСКОЙ ЛЕКЦИИ	88
СОЛОВЧУК А. М. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ	90
СТАРОВОЙТОВА О. В., НЕКРАСОВА Г. Н. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»	91
TOSHPU LATOVA SH. O., KAMALOVA U., KURBANOVA F. PSYCHOLOGICAL FACTORS OF LOGICAL THINKING UNDERSTANDING PHYSICAL SCIENCE	92
TOSHPU LATOVA SH. O., SADILLOEVA L., KAMALOVA F. IMPROVEMENT METHODOLOGY MODERN LESSON OF NATURAL SUBJECTS	94
ТОШПУЛАТОВА Ш. О., ХАЛИМОВА К. Б., ГАДАЕВА З. СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ КАЖДОГО СТУДЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ	95
ФАЙЗИЕВ М. Ш. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАСТНИКОВ ОБУЧЕНИЯ	96

ХОЛИКОВ С. Х., ТУХТАЕВ К. Х., ХОЛИКОВ О. Х., ТУХТАЕВА Ф. Х. РОЛЬ ЗАКОН ОВ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АСТРОНОМИИ	98
ХОЛОВ Д. М., ДАВЛЕТНИЯЗОВ С. П., АМЕТОВ Р. А. МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ РАЗДЕЛА «ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ»	100
ХУДОЙБЕРДИЕВ Э. Н., АБДУЛЛАЕВ Ж. М. ФОРМИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ	101
ХУДОЙБЕРДИЕВ Е. Н., БИСЕНОВА Б. Т., ХОЛОВ Д. М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ	103
ХУЖЖИЕВ С. О., АРТИКОВ Х. К. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ	105
ШАРАЙ В.С., ДАВЫДОВСКАЯ В. В., ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ	107
ШАХИНА И. Ю., АСТРЕЙКО Е. С. ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	110
ШИЛИНЕЦ В. А. ВЛИЯНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ НА УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ	112
ЩУР С. Н. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КАК ВАЖНОГО ФАКТОРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА В ВУЗЕ	113
ЮРКЕВИЧ Н. П., САВЧУК Г. К., АХМЕДОВ А. П., МИРСААТОВ Р. М., ХУДОЙБЕРГАНОВ С. Б. ИЗУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ	116
ЯШКИН В. И., МАРКОВ А. В. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВВОДНОЙ ЛЕКЦИИ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВУЗОВ	117

Секция 4

Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики

АБДУЛЛАЕВ Ж. М. МЕТОД ВЫБОРА ТИПОВ И РАЦИОНАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ОПРЕСНИТЕЛЕЙ	120
АМАНОВА М. А., ШЕПЕЛЕВИЧ В. В., МАКАРЕВИЧ А. В., НАВНЫКО В. Н. ВЛИЯНИЕ ОБРАТНОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА, ФОТОУПРУГОСТИ И ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ДИФРАКЦИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПРОПУСКАЮЩИХ ГОЛОГРАММ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ $Bi_{12}TiO_{20}$	123
АХРАМЕНКО Н. А., ПАВЛЕНКО А. П., ДОЦЕНКО Е. И. К ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ	124
БОКУТЬ Л. В., СОЛОВЕЙ М. П. РАЗРАБОТКА АРМ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕТОМ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ	126
ГАЛЕНКО Е. Н., ШАРКО С. А. ЗАРОЖДЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЕВ ЗОЛОТА НА ПОДЛОЖКАХ КРЕМНИЯ	127
ГРИЦУК Д. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВАРИАНТОВ π-РАЗРЕШИМОЙ ГРУППЫ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ GAP	129
ГУНДИНА М. А., ШИРВЕЛЬ П. И. ПРИМЕНЕНИЕ WOLFRAM MATHEMATICA ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ОКРЕСТНОСТИ ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНЫ	130
ГУШЛЯК В. О., ГОЛУБ А. А. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ	133
ДОРОШЕВИЧ И. Л. КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ БИНАРНОЙ СМЕСИ «ПАР АТОМОВ МЕТАЛЛА – БУФЕРНЫЙ ГАЗ»	134
ЕСМАН А. К., ЗЫКОВ Г. Л., ПОТАЧИЦ В. А. ЛАЗЕРНАЯ ТЕРМООПТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ	136

ЕСМАН А. К., ЗЫКОВ Г. Л., ПОТАЧИЦ В. А., КУЛЕШОВ В. К. МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	138
ЖУМАЕВ С. С. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАВНОВЕСИЯ И ДВИЖЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН	139
ЗЕРНИЦА Д. А., ШЕПЕЛЕВИЧ В. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ В БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГАХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Sn-Zn, ЛЕГИРОВАННЫХ СУРЬМОЙ	142
ИВАШКЕВИЧ А. В. РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА В МОДЕЛИ ДЕ СИТТЕРА	144
ИВАШКЕВИЧ А. В. О РАЗДЕЛЕНИИ ПЕРЕМЕННЫХ В СПИНОРНЫХ УРАВНЕНИЯХ МАКСВЕЛЛА ДЛЯ СФЕРИЧЕСКИ-СИММЕТРИЧНЫХ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	146
КОЗИНСКИЙ А. А. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО АКТУАЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ ИНФОРМАТИКИ	148
KRYLOVA N. G., VOYNOVA YA. A., OVSIYUK E. M., BALAN V. APPLICATION OF GEOMETRICAL METHODS TO STUDY THE SPIN 1 PARTICLE WITH ELECTRIC QUADRUPOLE MOMENT IN THE COULOMB FIELD	150
KRYLOVA N. G., VOYNOVA YA. A., OVSIYUK E. M., BALAN V GEOMETRIZATION FOR A QUANTUM-MECHANICAL PROBLEM OF THE SPIN 1 PARTICLE WITH ANOMALOUS MAGNETIC MOMENT IN THE COULOMB FIELD	152
КУЛАК Г. В., НИКОЛАЕНКО Т. В., МАТВЕЕВА А. Г. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ	154
КУЛЕШ А. Ю., МАТЫСИК О. В. ОСТАНОВ ПО МАЛОСТИ НЕВЯЗКИ В ИТЕРАЦИОННОЙ СХЕМЕ ЯВНОГО ТИПА РЕШЕНИЯ ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ	158
КУРКИНА Л. В. РАЗРАБОТКА НАСТОЛЬНОЙ ВЕРСИИ ПРИЛОЖЕНИЯ «ОРГАНАЙЗЕР»	160
ЛЕВОНЮК М. И., МАТЫСИК О. В. ПРАВИЛО ОСТАНОВА ПО ПОПРАВКАМ В НЕЯВНОМ ИТЕРАЦИОННОМ МЕТОДЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ С НЕСАМОСОПРЯЖЕННЫМ ОПЕРАТОРОМ	160
ЛУКАШЕВИЧ С. А., ГУЗОВЕЦ А. А., ЛЕНДЕНКОВА С. И. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОБЩЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ИНВАРИАНТНОСТИ	162
ЛЮЛЬКИН А. Е. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СРЕДСТВАМИ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	164
МАКАРЕВИЧ А. В., НИЧИПОРКО С. Ф., ШЕПЕЛЕВИЧ В. В., НАВНЫКО В. Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХВОЛНОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ ВТО	166
МЕДВЕДСКИЙ А. В., ПЛОХОДЬКО В. Р., САВАСТЕНКО Н. А. РАЗЛОЖЕНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО СВЕТА В ПРИСУТСТВИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА	168
МИТЮРИЧ Г. С., КОЖУШКО В. В., МЫШКОВЕЦ В. Н., МИТЮРИЧ Д. Г., ГОРБАЧЕВ Е. И., ХАЛЕЦКИЙ А. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТНЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД (КЕРНОВ) МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ФОТОАКУСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	169
МИТЮРИЧ Г. С., МАКСИМЕНКО А. В., МИТЮРИЧ Д. Г., ПОБИЯХА А. С., КОНЦЕВОЙ Е. Н., ХАЛЕЦКИЙ А. В. ЛАЗЕРНЫЙ ФОТОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД (КЕРНОВ)	171
МОЖЕЙ Н. П. ОДНОРОДНЫЕ ПРОСТРАНСТВА С ЭКВИАФФИННОЙ СВЯЗНОСТЬЮ	174
МОТУЗКО М. А. СТРУКТУРА СЕТИ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ АВТОНОМНОЙ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ	175
МУЗАФАРОВ А. М., ХОЛОВ Д. М., ХОЛБОВЕ И. ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЙ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	176
NASIROVA SH. N., NAMRAYEV O'. N., YUSUPOV X. N., KHOLIKOV M. M. INNOVATIVE SUGGESTION FOR MODERNIZATION OF FLOTATION BLOCK	178
НИКОЛАЕНКО А. А., ГОЛУБ А. А. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ	180

ОВСИЮК Е. М., САФРОНОВ А. П., ЧИЧУРИН А. В. АТОМ ВОДОРОДА В ПРОСТРАНСТВЕ ЛОБАЧЕВСКОГО	181
ОРЛИКОВ Л. Н., ШАНДАРОВ С. М., ПОДАНЕВА Н. В. ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ШКОЛЬНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВУЗА	183
ПИСКУНОВ В. С. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ДОЗИМЕТРИИ РАДИАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ В ДИСТАНЦИОННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ	185
ПОДКОПАЕВ П. А., КОРЧЕМЕНКО С. В. ОБ АСИМПТОТИКЕ ЧИСЛА СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ	187
ПОПЧЕНЯ О. В. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ	189
ПОПЧЕНЯ О. В. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АППАРАТУ ПОЗИТРОННО- ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ, СОВМЕЩЕННОМУ С РЕНТГЕНОВСКИМ КОМПЬЮТЕРНЫМ ТОМОГРАФОМ	190
РЕДЬКОВ В. М., ИВАШКЕВИЧ А. В. РЕШЕНИЯ СПИНОРНЫХ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА В ПСЕВДОРИМАНОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ-ВРЕМЕНИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕД	192
РОМАНИШИН Р. Я. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА В КОНТЕКСТЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	194
САВАСТЕНКО Н. А., ЩЕРБОВИЧ А. А., МАСКЕВИЧ С. А. ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭКСИТОН-ПЛАЗМОННУЮ СВЯЗЬ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРАХ, ДОПИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА	196
САВАСТЕНКО Н. А., ЩЕРБОВИЧ А. А., ПЫТЛЯК Е. Д., ЛОБОВА Е. А. ФОТОДЕГРАДАЦИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ПРИСУТСТВИИ ПЛАЗМОАКТИВИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ДОПИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА	198
САВАЩУК Т. А. АПРИОРНЫЙ ВЫБОР ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ В НЕЯВНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕКОРРЕКТНЫХ УРАВНЕНИЙ	200
САВЕНКО В. С., ЖУК М. С. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛА	201
САВЕНКО В. С., ЖУК М. С. РАСЧЁТ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ	203
САКОВИЧ Т. Н. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ОГРАНИЧЕННОМ ПРОМЕЖУТКЕ ВРЕМЕНИ. ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ОКОННОЙ ФУНКЦИИ	205
СЛОНЕВСКИЙ С. В. СЕТЕВОЙ КОМПОНЕНТ ПЕРЕДАЧИ СКРИПТОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОЙ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМОЙ	207
ТЕМИРОВА М. А., ОЛТНЕР Б. Ш., РАЖАБОВ Ж. К. ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИАНИЛИНА	208
ХАМЕНЯ А. П. РАЗРАБОТКА ФЭНТЕЗИЙНО-ФАНТАСТИЧЕСКОЙ ИГРОВОЙ СЕРИИ	209
ХАРИТОНОВА О. В. СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА НАУЧНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ И ИХ СУЩНОСТЬ	210
ХВЕЩУК В. И., МУРАВЬЕВ Г. Л. О РАЗРАБОТКЕ И ОЦЕНКЕ КОНЦЕПЦИИ АСОИ	212
ЦИГИКА М. В., КОГУТИЧ А. А., ГАСИНЕЦ С. М., ГРАБАР А. А. МОДИФИКАЦИЯ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛОВ $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ ЛЕГИРОВАНИЕМ Cu	213
ШЫЛІНЕЦ У. А., ГАНІСЕЎСКІ У. С. МЕТАД F-МАНАГЕННЫХ ФУНКЦЫЙ У ТЭОРЫ ДЫФЕРЭНЦЫЯЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ	216

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ДИСЦИПЛИНАМ

INNOVATIVE TEACHING TECHNIQUES
IN PHYSICS, MATHEMATICS,
VOCATIONAL AND MECHANICAL TRAINING

Материалы XII Международной
научно-практической конференции

Мозырь, 5–6 марта 2020 г.

В двух частях

Часть 1

Корректоры *Т. И. Татарина, Е. В. Сузько*
Оригинал-макет *М. С. Галеня*

Подписано в печать 09.06.2020. Формат 60х90 1/8. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 28,25. Уч.-изд. л. 24,55.
Тираж 63 экз. Заказ 15.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Мозырский государственный
педагогический университет имени И. П. Шамякина».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий N 1/306 от 22 апреля 2014 г.
Ул. Студенческая, 28, 247777, Мозырь, Гомельская обл.
Тел. (0236) 24-61-29.