

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

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

Материалы XIV Международной  
научно-практической интернет-конференции

Мозырь, 29 марта 2022 г.



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 XIV Международной  
научно-практической интернет-конференции

Мозырь, 29 марта 2022 г.

Мозырь  
МГПУ им. И. П. Шамякина  
2022

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 29.03.2022 № 3)

**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. Овсюк,** кандидат физико-математических наук, доцент;  
**Ж. И. Равуцкая,** кандидат педагогических наук, доцент;  
**О. Ф. Смолякова,** кандидат педагогических наук, доцент;  
**В. С. Савенко,** доктор технических наук, профессор;  
**Л. А. Иваненко,** кандидат педагогических наук, доцент

**И66** **Иновационные** технологии обучения физико-математическим и про-  
фессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics,  
mathematics, vocational and mechanical training : материалы XIV Междунар. науч.-  
практ. интернет-конф., Мозырь, 29 марта 2022 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ;  
редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина,  
2022. – 300 с.

ISBN 978-985-477-808-2.

В сборнике представлены материалы научных исследований по использованию  
инновационных технологий обучения физико-математическим и профессионально-техни-  
ческим 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 978-985-477-808-2

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2022

## Секция 1



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

**Л. В. БОКУТЬ**

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТОРА КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Информатизация общества и связанное с ней широкое распространение вычислительной техники и средств коммуникации выводят в ранг наиважнейших задачу создания специальных методов обработки данных: их поиск, защиту, обработку и хранение.

Большие объёмы информации практически невозможно проработать без специальных средств машинной обработки. В последнее время широкое распространение получили автоматизированные информационные системы: информационно-справочные, информационно-поисковые. Все эти системы предназначены для регистрации, хранения и обработки данных с целью поиска и выдачи ответов на запросы пользователей. В большинстве случаев автоматизированные информационные системы разрабатываются как базы данных [1].

В диспетчерский центр по обслуживанию абонентов кабельного телевидения поступают заявки на подключение/отключение и устранение различных неисправностей по работе телевизионного оборудования. В ходе ремонтных работ специалисты диспетчерского центра, как правило, опираются на собственный опыт по ремонту и обслуживанию сетей телевидения.

Для такого предприятия, профилирующегося на оказании услуг по ремонту и обслуживанию абонентов кабельного телевидения, учет информации о состоянии каждого заказа в конкретный момент времени вызывает немало проблем. В настоящее время учет различных работ по ремонту и обслуживанию абонентов кабельного телевидения производится вручную. Гарантией успеха производственно-технического процесса является своевременная информированность всех его участников.

Если спектр услуг расширяется и, соответственно, увеличивается число клиентов, то возрастает и число конфликтов. Например, приемщик может потерять данные по поступившему заказу, в результате чего срок выполнения заказа может быть продлен. Так как заявки поступают асинхронно, то применяемая схема способствует увеличению времени обслуживания клиентов и, как следствие, вызывает путаницу в период пиковых нагрузок.

В ситуации, когда из компании уходит опытный специалист, теряется накопленный опыт по ремонту сетей телевидения. Возникает необходимость расходовать деньги и время на обучение нового сотрудника. Для сокращения этих издержек можно применить базу знаний по неисправностям сетей телевидения и методам их устранения. В базе знаний решение по устранению неполадки документируется. Развитая база знаний и опыт сотрудников впоследствии позволяют решать большинство задач как типовые. В связи с этим актуальной является задача проектирования и создания систем хранения и обработки информации с целью сокращения рутинного, малоэффективного человеческого труда.

Данная система спроектирована как многопользовательское веб-приложение по технологии клиент-сервер, в состав которой входят следующие архитектурные компоненты: HTML/XML-браузер на одном или более клиентских компьютерах, взаимодействующих с web-сервером по протоколу HTTP (рисунок 1).

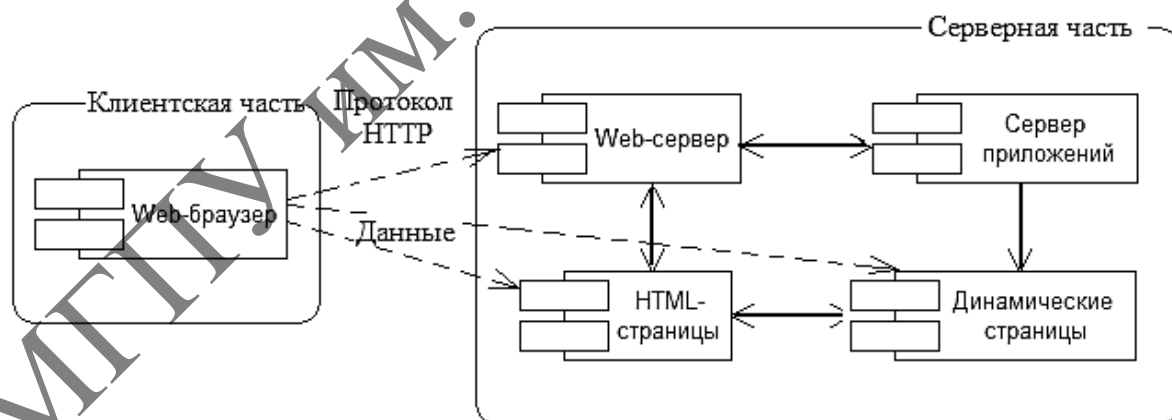


Рисунок 1. – Архитектура системы

Доступ к системе возможен только при корректном вводе имени реквизитов учетной записи. В системе существуют четыре группы пользователей: Приемщики, Инженеры, Менеджеры, Администраторы.

Набор функций определен для каждой из данных групп пользователей. Каждая учетная запись может принадлежать только одной пользовательской группе. Попытки

пользователей определенной группы воспользоваться функциями любой другой группы блокируются. Сотрудники диспетчерского центра представлены группами учетных записей:

1. Приемщики. Выполняют работу непосредственно с клиентами, вносят сведения в систему. Формируют отчеты о заказах и подготавливают прејскурант на услуги ремонта.

2. Инженеры. Являются исполнителями заказов ремонтных работ. К их обязанностям относятся получение сведений о комплектующих, находящихся на ремонте, о необходимых видах работ и существующих неисправностях. Также инженеры заносят сведения о результатах работы, создают запрос на добавление новых сведений по неисправностям.

3. Менеджеры. К функциям менеджеров относятся: предоставление сведений о видах и ценах ремонтных работ; получение отчетов о заказах, выдача сведений о ценах и видах выполняемых работ.

4. Администраторы. Создают и корректируют учетные записи пользователей системы.

Разработанная поисковая информационно-справочная система функционально обеспечивает решение следующих задач:

- регистрация заказов на ремонт сети и телевизионного оборудования абонентов кабельного телевидения;
- контроль за ходом выполнения ремонтных работ;
- формирование базы знаний по неисправностям телевизионного оборудования и путей устранения этих неисправностей;
- формирование отчетов.

Разработанный программный продукт реализован с использованием технологий: HTML, PHP, JavaScript и CSS, а также сервера Apache. В качестве сервера баз данных был выбран MySQL [2, 3].

Для работы с программным продуктом используется простой, интуитивно понятный интерфейс. Последовательность работы с объектами формы определяется доступностью командных кнопок, целостность данных определяется набором используемых в программе проверок.

На основании анализа объектов автоматизации с использованием метода инфологического моделирования спроектирована база данных ISURSC в среде MySQL. База данных ISURSC состоит из следующих связанных таблиц: типы устройств (dev\_types), заказчики (customers), неполадки (faults), пользователи (users), методы устранения (solutions), виды работ (works), заказы (orders), статус заказа (order\_status), ремонты (repairs). Целостность данных обеспечивается заложенными во время создания таблиц ограничениями на тип, размер и диапазон допустимых значений. Ссылочная целостность поддерживается определенными во время создания таблиц ссылками на родительские таблицы.

Использование данной системы позволит повысить производительность труда сотрудников диспетчерского центра по обслуживанию абонентов кабельного телевидения, скорость и качество обслуживания клиентов за счет эффективного анализа неисправностей и сокращения времени для их устранения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, С. Д. Основы баз данных / С. Д. Кузнецов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2017. – 488 с.
2. Колисниченко, Д. Н. PHP и MySQL. Разработка веб-приложений. Профессиональное программирование / Д. Н. Колисниченко. – СПб. : BHV, 2015. – 592 с.
3. AJAX и PHP. Разработка динамических веб-приложений / К. Дари [и др.]. – М. : Символ, 2015. – 336 с.

**И. М. БОРКОВСКАЯ, О. Н. ПЫЖКОВА**

УО БГТУ (г. Минск, Беларусь)

### **О ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Современный этап развития высшей школы характеризуется мощным внедрением в учебный процесс информационных технологий и широким использованием дистанционных методов обучения. Свои коррективы в особенности преподавания внесла пандемия коронавируса, сделав сохранение качества образования проблемой, над решением которой работают преподаватели высшей школы. Главной целью по-прежнему остается качественная подготовка специалистов к высокоэффективной профессиональной работе, что приводит к проведению разнообразных мероприятий по модернизации содержания учебных курсов, активизации учебного процесса, широкому использованию новейших технических средств обучения, ориентированных на то, чтобы студент стремился учиться. Еще Р. Киплинг писал: «Образование – величайшее из земных благ, если оно наивысшего качества. В противном случае оно совершенно бесполезно».

Качество образования определяется совокупностью показателей образовательного учреждения (содержанием образования, формами и методами обучения, материально-технической базой и т. п.), обеспечивающих развитие компетенций обучаемых, а также под качеством образования понимается и результат образовательного процесса. Важнейшим показателем качества образования в этом смысле является качество знаний. Проблема обеспечения качества знаний и связанные с ней проблемы контроля и оценивания знаний представляются чрезвычайно актуальными, особенно в современных условиях. Основным критерием, характеризующим результативность учебного процесса, выступает качество полученных студентами знаний.

На кафедре высшей математики Белорусского государственного технологического университета постоянно проводится мониторинг показателей качества образовательного процесса. Субъектами мониторинга выступают все его участники. Степень их участия различна, но все они (и преподаватели, и студенты, и родители,

и общественность) получают информацию, анализируют ее. Объектами мониторинга являются образовательный процесс и его результаты, личностные характеристики всех участников образовательного процесса, их потребности и отношение к образовательному учреждению.

Одним из главных этапов мониторинга является анализ итогов успеваемости по сессиям, который отражает качество знаний и показывает результативность учебно-воспитательного процесса. Например, сводная таблица итогов сессии по дисциплине «Высшая математика» за 2020/2021 учебный год имеет вид:

Учебный год 2020/2021	Зимняя сессия		Летняя сессия	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего студентов	1967	100	1264	100
Количество аттестованных	1815	92,27	1155	91,38
Отличников (на 9, на 10)	89	4,52	87	6,89
Хорошистов (на 8, на 7, на 6)	562	28,57	386	30,54
Успевающих	1005	51,09	598	47,31
Неуспевающих	159	8,08	84	6,65
Неявившихся	152	7,73	109	8,62
Качество обученности	1656	84,19	1071	84,73

В свою очередь, деканаты проводят среди студентов анкетирование, касающееся качества преподавания учебного предмета, объективности оценок преподавателя и т. д. По каждому задаваемому вопросу студент проставляет соответствующую оценку (от 1 до 9 баллов). Эти анкеты обрабатываются в деканате и результаты предоставляются руководству университета для принятия соответствующих мер.

Высшая математика – теоретический фундамент большинства естественнонаучных дисциплин. Изучение этого предмета связано с необходимостью усвоения абстрактного материала, требует концентрации внимания, умения логически мыслить и владеть определенным уровнем математической культуры. В современных условиях добавляются сложности, обусловленные следующими факторами: уровень школьных знаний по математике резко упал, на что, очевидно, повлиял период дистанционного обучения в первые месяцы пандемии; появилось сильное расслоение студентов-первокурсников по уровню знаний, на занятиях проблематично обеспечивать единый подход к изучению материала, требуется дифференцированный, индивидуальный подход к каждому студенту. Кроме того, несмотря на то, что в настоящий момент занятия проводятся в основном «вживую», очно, многие студенты болеют значительный период времени либо находятся на самоизоляции, и восстанавливать уровень владения материалом им становится сложно.

Ясно, что слабая первоначальная математическая подготовка студентов влияет на уровень усвоения студентами материала курса высшей математики, и это необходимо учитывать в методике преподавания: выработать понятные обучаемым критерии оценки их знаний с более подробным описанием необходимых теоретических сведений, новые чёткие зачётные стандарты на «четыре», на «пять», т. е. разработать



единый по всем специальностям теоретический и практический зачётный минимум, а также обеспечить индивидуальный и дифференцированный подход к студентам. На наш взгляд, обеспечению качества знаний студентов могут способствовать следующие факторы:

1. Формирование у студентов положительной мотивации к изучению предмета [1].
2. Повышение качества преподавания за счет применения инновационных образовательных технологий (в том числе использование новых эффективных методик преподавания и использование информационных технологий). Умелое сочетание традиционных и дистанционных методов обучения. Постоянное повышение квалификации преподавателей.
3. Эффективная организация самостоятельной работы студентов. Преподаватель должен направлять процесс самостоятельной работы студентов, контролировать результаты его деятельности, при этом прививать у студента интерес к самостоятельной работе, к использованию специальной литературы.
4. Применение разнообразных форм контроля качества знаний: опрос по теории, математические диктанты, контрольные и самостоятельные работы, тесты, расчетно-графические задания и др.
5. Проведение математических олимпиад, научных студенческих конференций, математических аукционов.
6. Достижение педагогического взаимодействия и реализация педагогики сотрудничества как в процессе лекционных, так и практических занятий, при руководстве самостоятельной работой студентов. Авторитет педагога, наличие контакта педагога с аудиторией и с каждым обучающимся, учет обратной связи в системе «преподаватель-студент» – непереносимые условия успешного функционирования учебного процесса и повышения качества знаний.

Отметим, что роль педагога в современных условиях неуклонно возрастает. «Не учебник и не задачник стоят в центре подлинного преподавания, а учитель с его неослабевающей бодростью мыслить. Учебник и задачник являются лишь условно полезными пособиями...», – пишет выдающийся педагог С. И. Гессен [2]. Дистанционная форма обучения не в состоянии полностью заменить живое общение с преподавателем, которое и является фактором стремления к научному познанию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борковская, И. М. О некоторых методах повышения мотивации студентов при изучении математических дисциплин / И. М. Борковская, О. Н. Пыжкова // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XII Междунар. науч.-практ. конференции, Мозырь, 5–6 марта 2020 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина. – Мозырь, 2020. – С. 23–25.
2. Гессен, С. И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию / С. И. Гессен. – М. : Школа-Пресс, 1995. – 448 с.

**О. А. ВЕЛЬКО**

БГУ (г. Минск, Беларусь)

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ СТУДЕНТОВ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН СТУДЕНТАМ-СОЦИОЛОГАМ**

В рамках изучения удовлетворенности студентов БГУ получаемым образованием автором в мае – июне 2021 г. было проведено социологическое исследование. Студенты всех курсов отметили, что для них удовлетворенность учебным процессом занимает главное место в удовлетворенности качеством получаемого образования. Большинство студентов считают, что учебный процесс должен быть нацелен на получение знаний, компетенций и навыков, которые пригодятся в их будущей работе, например, аналитические способности и навыки критического мышления. Одним из важных аспектов учебного процесса студенты выделили желание и умение преподавателей использовать современные подходы, формы, методы, технологии обучения.

Целью данной статьи является выявление современных подходов преподавания математических дисциплин социологам для повышения удовлетворенности качеством получаемого образования. Опыт преподавания математики студентам-социологам и результаты проведенного социологического исследования показывают, что для повышения удовлетворенности студентов получаемым образованием преподавателю необходимо использовать в своём арсенале следующие методы:

- 1) осуществлять профессиональную направленность математической подготовки;
- 2) использовать технологии эвристического обучения;
- 3) повышать качество математического образования, используя информационные технологии;
- 4) использовать технику MindMapping.

Рассмотрим более подробно каждый из предложенных методов.

1. Под профессиональной направленностью преподавания математики будем понимать формирование математической культуры, способствующей усвоению специальных дисциплин, овладению профессией, а также применению математических знаний в различных условиях будущей профессиональной деятельности. В этой связи при подборе учебного материала целесообразно использовать задачи, составленные на основе реальных данных, которые отражают те или иные социально-экономические закономерности или явления. Умение корректно сформулировать вопрос на профессиональном языке и адекватно интерпретировать полученные результаты с точки зрения социальных наук, а также уточнить и скорректировать полученную математическую модель являются важнейшими навыками в методологическом арсенале будущего социолога. Поэтому социологам рекомендуется изучение профессионально ориентированной темы «Основы математического моделирования в социологии», которая изучает математические модели социальных процессов.

2. Одной из инновационных технологий, позволяющих комплексно и существенно повысить качество обучения математике в высшей школе, является

технология эвристического обучения. Автором были разработаны эвристические задания по учебной дисциплине «Основы высшей математики» для специальности 1–23 01 05 Социология. В результате выполнения данных заданий студенты создают образовательный продукт, отличный от других, развивают творческую самореализацию и познавательный интерес к вопросам применения математики в различных сферах деятельности. Представим пример эвристического задания «Разные взгляды на отношения»:

✓ Приведите от трёх до пяти примеров бинарных отношений, с которыми вы встречались в повседневной жизни. Каждый пример должен отражать определенную сферу вашей жизни: семья, друзья, учёба и т. д. Состоите ли вы в каких-нибудь бинарных отношениях? В каких бинарных отношениях вы бы хотели состоять?

✓ Между членами семьи существуют отношения родства, которые можно выразить словами: «быть мужем», «быть братом» и т. д. Множество  $M$  – множество членов вашей семьи. Укажите всевозможные отношения на множестве  $M$ ;

✓ Бинарные отношения могут задаваться формулой. Формула  $x+y = \text{любовь}$  задает бинарное отношение на множестве людей. Этому отношению принадлежит любая пара людей, между которыми существует любовь. Придумайте свою формулу, задающую бинарное отношение;

✓ В какой еще форме, на ваш взгляд, можно представить бинарное отношение? Какая форма представления бинарных отношений вам понравилась больше и почему?

3. Использование информационных технологий в процессе обучения математическим дисциплинам студентов-социологов способствует реализации личностно ориентированного подхода, позволяет подобрать индивидуальный темп работы и самостоятельно распределить время по изучению материала. Глубокий статистический анализ, обеспечивающий обоснованные, точные и надежные диагностические результаты, немислим без применения современных компьютерных методов. В связи с этим преподавателям математики рекомендуется в своей деятельности использовать информационные технологии.

4. Для интенсификации учебного процесса на занятиях по основам высшей математики автор статьи рекомендует использовать технику MindMapping. Эта техника позволяет произвести структурирование учебного материала в виде ментальных карт. Такое необычное для традиционной методики представление учебного материала привлекает внимание аудитории, делает занятие более увлекательным, приводит к более успешному запоминанию сложного для гуманитарных специальностей материала, лучшему усвоению информации, полученной на занятиях и в процессе самостоятельной работы. Эффективность данной методики подтверждается эмоциональными положительными откликами студентов на предложенную форму проведения занятия. Выполняя ментальные карты, каждый студент создает собственный образовательный продукт, получает возможность творческого самовыражения и самореализации.

Заметим, что современная система образования должна быть направлена на развитие активной учебной деятельности, творческого потенциала и интеллектуальных умений студентов. Изменение содержания математического образования невозможно без изменения методов обучения. Помимо традиционных методов

обучения автор предлагает вводить вышеперечисленные современные методы, что будет способствовать повышению уровня удовлетворенности студентов качеством получаемого образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Велько, О. А. Эвристическое занятие «Графы как инструмент моделирования процессов природы и общества» / О. А. Велько, Н. В. Кепчик // Матэматыка. – 2020. – № 6. – С. 12–20.
2. Велько, О. А. Основы высшей математики для социологов : учеб.-метод. пособие / О. А. Велько, М. В. Мартон, Н. А. Моисеева. – Минск: БГУ, 2020. – 303 с.
3. Велько, О. А. Изучение удовлетворенности студентов БГУ получаемым образованием (методологический аспект) / О. А. Велько // Социальная, культурная и международная коммуникация молодежи : сб. науч. ст. – Минск, 2020. – (Современная молодежь и общество). Выпуск 8 – С. 64–68.
4. Velko, O. A. Open type tasks as a means to activate students' creative activity / O. A. Velko, N. A. Moiseeva // Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті ХХІ сторіччя», 15–16 травня, 2019 р. – Краматорськ, 2019 – С. 151–153.
5. Велько, О. А. Технологии использования математического моделирования в социологических исследованиях / О. А. Велько // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс – 2020» : матеріали ІІІ Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції. – Суми, 2020. – С. 64–65.

**Н. В. ГОРЯЧУН**

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В СТИЛЕ ПОШАГОВЫХ ИНСТРУКЦИЙ**

Решение задач по курсу физики – наиболее сложная часть учебного процесса по данной дисциплине в высшей школе. Даже зная физическую теорию и владея математическим аппаратом, студентам достаточно сложно без подсказок преподавателя совершать правильные последовательные действия, которые позволяют быстро решить задачу. Ситуация усложняется, если студенты самостоятельно решают задачи в качестве домашнего задания. В этом случае им необходима помощь в виде инструкций, состоящих из коротких пояснений и небольших заданий, выполнив которые, студенты получат правильный ответ.

Такой помощью может служить методическое пособие, написанное в стиле пошаговой инструкции по решению задач.

На кафедре физики БГУИР не первый год используют методические пособия с такими инструкциями.

Разработаны и успешно применяются методические пособия «Механика» и «Электродинамика» [1; 2]. Идет работа над методическим пособием «Квантовая физика».

Все задачи в пособиях оригинальные, к ним нельзя применить единый алгоритм решения. Поэтому к каждой, предложенной для разбора задаче прилагаются короткие пояснения по физической теории и методике решения, а также предлагается выполнить небольшие задания (шаги), помогающие в результате получить правильный ответ.

Студенты, приобретающие опыт решения задач с пособиями по механике и электродинамике, привыкают к стилю изложения и уже легко разбираются с задачами в более сложном пособии по квантовой физике.

Постепенно у них вырабатывается логика последовательных действий при решении задач разной сложности, что возбуждает интерес и желание продолжить обучение на более высоком уровне.

По мнению студентов, такие пособия, особенно на начальном этапе, значительно облегчают понимание физического смысла задачи, учат правильному применению математического аппарата к решению, формируют навыки самостоятельной работы.

В качестве примера рассмотрим решение задачи из нового методического пособия «Квантовая физика» по теме: «Уравнение Шредингера».

Пример. Волновая функция частицы массы  $m$  для основного состояния в одномерном потенциальном поле  $U(x) = \frac{kx^2}{2}$  имеет вид  $\psi(x) = A \exp(-\alpha x^2)$ , где  $A$  и  $\alpha$  – некоторые постоянные. Найти с помощью уравнения Шредингера постоянную  $\alpha$  и энергию  $E$  частицы в этом состоянии [3].

#### Пояснения

В задаче описывается линейный гармонический осциллятор. Согласно классической механике, осциллятор совершает гармонические колебания с циклической частотой  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ . В постановке задачи квантовая теория рассматривает  $\omega$  – как некоторую постоянную. Физический смысл  $\omega$  – приобретает, когда изучаются переходы между соседними уровнями гармонического осциллятора. При каждом из таких переходов испускается или поглощается фотон с энергией  $\hbar\omega$ , где  $\omega$  – его циклическая частота.

Применим к решению задачи одномерное стационарное уравнение Шредингера

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0 \quad (1)$$

Как следует из условия решением уравнения (1) является волновая функция

$$\psi(x) = A \exp(-\alpha x^2) \quad (2)$$

Подставив (2) в (1), получим равенство, из которого легко найти  $\alpha$  и энергию  $E$  частицы в основном состоянии.

### Задания:

1. Перепишите уравнение (1), подставив в него  $U(x) = \frac{kx^2}{2}$ , с учетом того, что  $k = m\omega^2$ , где  $\omega$  – некоторая постоянная.

2. Найдите  $\frac{d\psi}{dx}$ , а затем  $\frac{d^2\psi}{dx^2}$ , заданной волновой функции (2).

3. Преобразуйте (1) с учетом  $\psi(x)$  и  $\frac{d^2\psi}{dx^2}$ .

4. Из полученного равенства найдите  $\alpha$  и энергию  $E$  частицы.

Ответ:  $\alpha = \frac{m\omega}{2\hbar}$ ;  $E = \frac{\omega\hbar}{2}$ .

Простой рассмотренный пример, вполне наглядно демонстрирует идею пошаговой инструкции решения задач. Очевидно, что более трудные задачи потребуют более сложных пояснений и заданий.

В пособиях перед каждой темой кратко приводятся основные физические формулы и примеры решения задач. С помощью графических рисунков поясняется ход решения. Пособия также содержат задачи для самостоятельного решения, из которых можно формировать как контрольный, так и экзаменационный банк задач.

Данные методические пособия предназначены для самостоятельной работы студентов всех форм обучения. Особенно они могут быть полезны тем студентам, для которых не предусмотрены практические занятия практических занятий, а решение задач входит в программу курса, студентам, пропустившим практическое занятие или плохо его усвоившим, а также для всех тех, кто хочет научиться решать задачи по физике самостоятельно.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Горячун, Н. В. Практические задания по физике. Механика / Н. В. Горячун. – Минск : БГУИР, 2015. – 71 с.

2. Горячун, Н. В. Электромагнетизм. Задания для самостоятельной работы студентов : пособие / Н. В. Горячун. – Минск : БГУИР, 2019. – 66 с.

3. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – М. : Наука, 1988. – 446 с.

**А. А. ГРИГОРЬЕВ**

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА СУПЕРПОЗИЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СРЕДЕ MATHCAD**

Информационные технологии дают возможность использовать компьютерные системы не только как средство обучения, но и как средство усиления интеллекта обучаемых, улучшения их развития.

При обучении естественнонаучным дисциплинам необходимо использовать программное обеспечение, которое может являться средой общения, редактирования математических объектов, моделирования процессов и средством презентации материала в лекционном режиме.

Компьютерные модели позволяют получить наглядные и запоминающиеся иллюстрации изучаемых физических процессов, воспроизвести тонкие детали явлений, обычно ускользающие или вовсе недоступные при непосредственном наблюдении. При этом важную роль играет возможность изменять в широких пределах параметры и условия проведения модельного эксперимента.

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 [1]. Mathcad достаточно удобно использовать в процессе обучения для физических 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. Есть возможность создания электронных книг (*e-Book*).

Рассмотрим, как в среде MathCad можно построить физическую модель явления принципа суперпозиции магнитных полей. При моделировании возникает серьёзная проблема по вычислению математических выражений большой сложности, решение которых требует затрат времени. В данной работе был использован математический редактор MathCad для оптимизации расчётов. Здесь существенно расширены возможности решения физических задач, ранее недоступных вследствие сложности математического аппарата. Преимущества MathCad не ограничиваются только расчётами, здесь можно построить необходимые графики векторных полей и сделать исследуемое физическое явление более наглядным.

Рассмотрим систему двух параллельных проводников с постоянными токами  $I_1$  и  $I_2$ , которые расположены на одинаковом расстоянии от начала координат (рисунок 1). Пусть токи текут перпендикулярно плоскости  $XOY$ , но в противоположных направлениях, причем величина тока в 1-ом проводнике в два раза больше, чем во 2-ом токов.

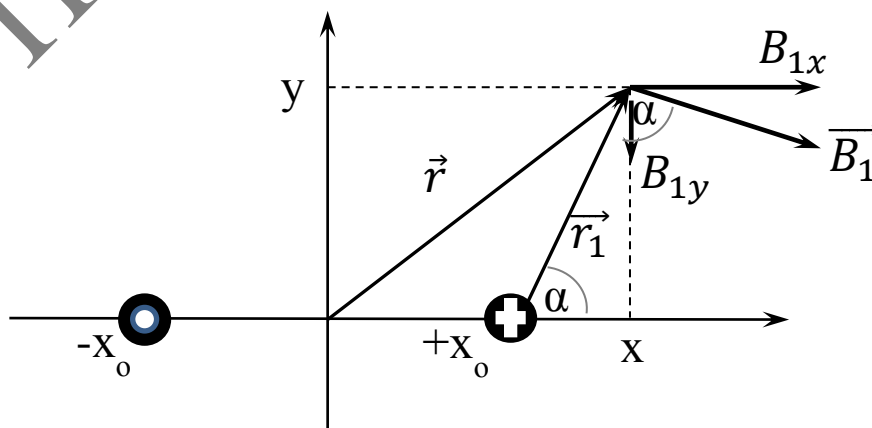


Рисунок 1

Определим численные данные:  $\mu_0 = 1$ ,  $x_0 := 0.25$ ,  $I_1 = 2$ ,  $I_2 = 1$ ,  
 $x := -0.25, -0.24 \dots -0.25$ ,  $y := -0.25, -0.24 \dots -0.25$ ,  $N_x := 20$ ,  $N_y := 20$ .

Определим функции:  $r1(x, y) := \sqrt{(x - 0.125)^2 + (y)^2 + 0.01}$ ,  
 $r2(x, y) := \sqrt{(x + 0.125)^2 + (y)^2 + 0.01}$ ; тригонометрические функции угла  $\alpha$ ,  
определяющие проекции  $B_x$  и  $B_y$ , выразим через координаты  $x$  и  $y$ :  
 $\cos 1(x, y) := \frac{x-0.125}{r1(x,y)}$ ,  $\sin 1(x, y) := \frac{y}{r1(x,y)}$  и  $\cos 2(x, y) := \frac{x+0.125}{r2(x,y)}$ ,  $\sin 2(x, y) := \frac{y}{r2(x,y)}$ ,  
соответственно.

Вектор магнитной индукции  $B(x, y)$  представим в виде столбца, применив команду *Insert Matrix* : *Row* – 2, *Columns* – 1. Для 1-го проводника:

$$B1(x, y) = \begin{pmatrix} \frac{\sin 1(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r1(x, y)} \cdot I_1 \\ -\frac{\cos 1(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r1(x, y)} \cdot I_1 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Для 2-го проводника:

$$B2(x, y) := \begin{pmatrix} -\frac{\sin 2(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r2(x, y)} \cdot I_2 \\ \frac{\cos 2(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r2(x, y)} \cdot I_2 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Для построения графика векторного поля магнитной индукции, созданного 1-ым проводником, в среде MathCad определим новые переменные

$$i := 0..(N_x - 1), j := 0..(N_y - 1), x_i := -0.25 + i \frac{0.25 - (-0.25)}{N_x - 1}, \quad (3)$$

$$y_j = -0.25 + j \frac{0.25 - (-0.25)}{N_y - 1}.$$

и соответствующие матрицы:

$$b1_{i,j} := B1(x_i, y_j), b1x_{i,j} := (b1x_{i,j})_0, b1y_{i,j} := (b1x_{i,j})_1. \quad (4)$$

Аналогичные определения сделаем для 2-го проводника:

$$b2_{i,j} := B2(x_i, y_j), b2x_{i,j} := (b2x_{i,j})_0, b2y_{i,j} := (b2x_{i,j})_1. \quad (5)$$

Суперпозиция векторных полей задается суммой их проекций  $b1x + b2x$  по оси  $OX$  и  $b1y + b2y$  по оси  $OY$ .

В итоге получаем графики векторного поля в среде MathCad для каждого из рассмотренных случаев (рисунок 2):



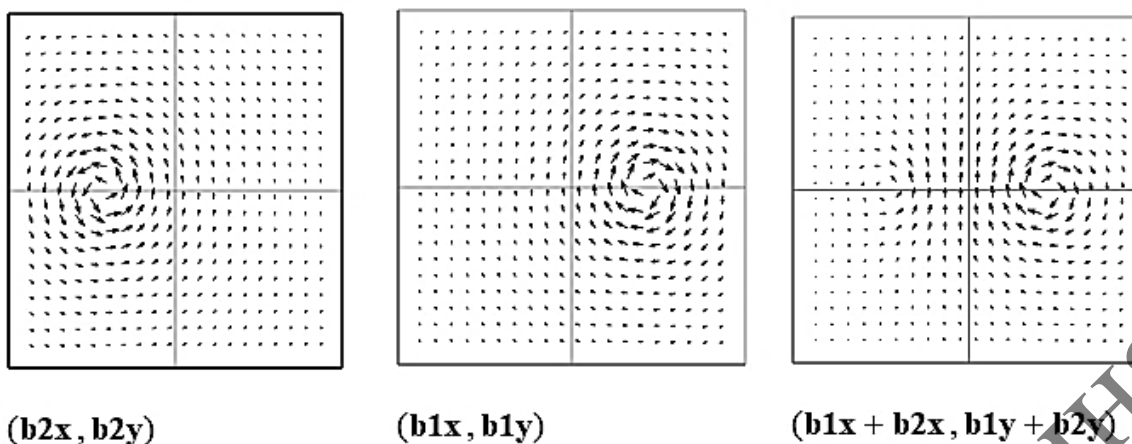


Рисунок 2

В ходе работы была построена численная модель явления принципа суперпозиции магнитных полей.

Построенная модель позволяет изменять число токов, их направление и величину, и визуально наблюдать изменение картины результирующего векторного поля магнитной индукции.

Наблюдается совпадение результатов численного моделирования дифракционных процессов с визуальными образами, полученными опытным путём. Это позволяет говорить о хорошем согласовании результатов работы с экспериментальными данными. Результаты данной работы являются повторяемыми и легко воспроизводимыми, что позволяет использовать их в лекционных презентация и электронных образовательных ресурсах.

**В. В. ДАВЫДОВСКАЯ**

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

### **ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДЫ MOODLE В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ»**

В рамках современного образования возникает необходимость адаптироваться к новым формам передачи знаний, формирования умений и практического опыта. Особенно актуальным является вопрос организации самостоятельной работы студентов, а также итоговый и промежуточный контроль знаний обучающихся с применением информационных технологий. От того, насколько преподаватель сумеет адаптироваться к современным тенденциям и технологиям, будет зависеть качество и эффективность образовательного процесса при преподавании дисциплины.

На сегодняшний момент существует большое число бесплатных онлайн-сервисов и файлообменников для размещения учебных материалов, организации доступа к ним обучающихся. К таким сервисам, например, можно отнести Google Classroom, Yandex Диск, Google Диск, DropMeFiles и др. Важным моментом при таких

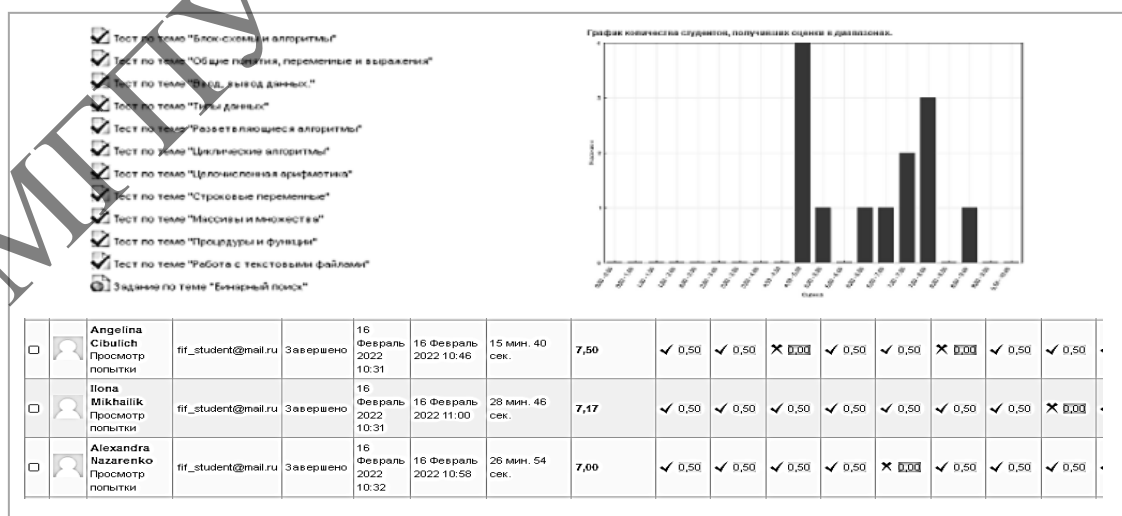
формах организации учебного процесса являются возможности осуществления контроля за активностью студентов и уровнем усвоенных знаний, популярным является онлайн-сервис для создания форм обратной связи, онлайн-тестирований и опросов Google Forms. Несмотря на свою популярность за счет простого и интуитивного интерфейса, данный сервис больше подойдет для создания онлайн-анкет, опросов, проведения собеседований, сбора данных. При организации контроля знаний студентов часто возникает необходимость в создании различных разделов изучаемой темы, выборке вопросов из раздела, ограничения количества вопросов из каждого раздела и т. д. Google Forms имеет не такие гибкие настройки в организации тестирования, подведении итогов и выставлении оценок тестируемому.

В статье рассмотрим опыт использования виртуальной обучающей среды Moodle на примере дисциплины «Методы алгоритмизации», изучаемой студентами, обучающимися по специальности 1-02 05 01 Математика и информатика (рисунок 1). Данная дисциплина входит в модуль «Информатика – 1» государственного компонента и является одной из основополагающих учебных дисциплин в профессиональной подготовке будущего учителя информатики.



**Рисунок 1. – Основные разделы ЭУМК по дисциплине «Методы алгоритмизации», созданного на базе платформы Moodle**

По данной дисциплине предусмотрен зачет, в разделе контроля знаний студентам предложен тест, и, т. к. учебный материал дисциплины достаточно объемный, он разбит на два раздела, т. е. зачет студенты могут сдавать в два этапа. Кроме этого, реализован промежуточный контроль в тестовой форме по отдельным темам.

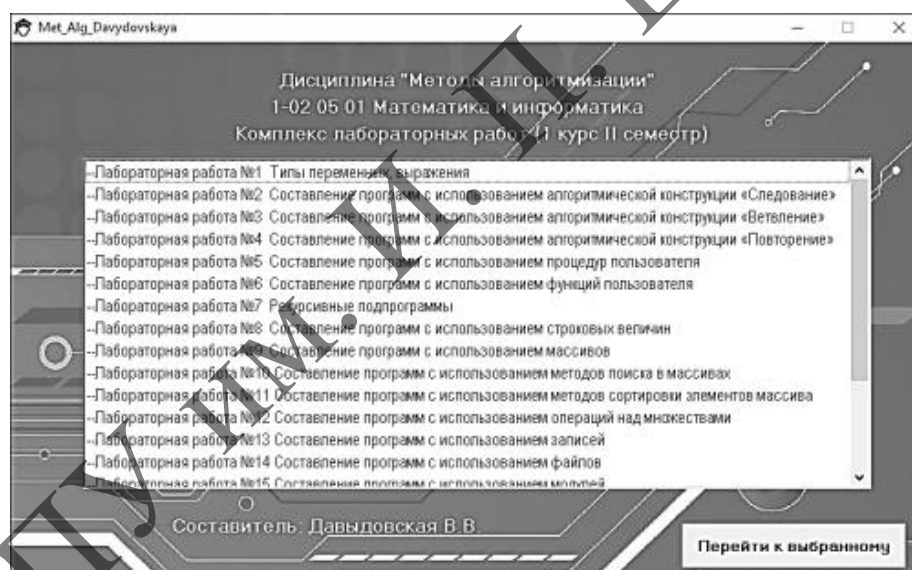


**Рисунок 2. – Организация контроля знаний в Moodle по дисциплине «Методы алгоритмизации»**

Среда Moodle имеет многочисленные настройки по организации контроля знаний в форме тестирования. Это возможность создавать банк вопросов, состоящий из различных категорий, добавление в тест различного количества вопросов из отдельных категорий, экспорт и импорт категорий, ограничение на количество попыток, а также по времени. Среда позволяет подробно просмотреть попытку прохождения теста каждого студента в отдельности, а также оценить общую статистику тестируемой группы с помощью автоматически создаваемой гистограммы (рисунок 2). В Moodle возможна настройка шкал оценивания, итогового отзыва, который видит тестируемый, а также способов отображения результатов тестирования.

Довольно часто среда Moodle используется только для размещения текстовых вариантов лекций и заданий к практическим либо лабораторным занятиям, однако Moodle – это полноценная виртуальная образовательная среда, которая позволяет размещать аудио- и видеоматериалы, имеет возможность добавлять более 20 различных элементов, среди которых и чат для общения с обучающимися, и ссылки на сторонние сервисы (напр. LearningApps.org, h5p.org), и анкеты, и глоссарии, и многое другое.

В рамках дисциплины также был разработан электронный комплекс лабораторных работ, ссылка на скачивание которого размещена в ЭУМК, каждый студент может его скачать на свой ПК и самостоятельно работать дома (рисунок 3).



**Рисунок 3. – Электронный комплекс лабораторных работ по дисциплине «Методы алгоритмизации»**

Следует отметить, что после внедрения среды Moodle в преподавании дисциплины возрос интерес студентов к учебному материалу, повысилась степень их ответственности при подготовке к занятиям. Все используемые средства позволяют вести непрерывный контроль за степенью усвоения отдельных тем изучаемого материала и при необходимости отдельным вопросам уделить больше внимания.

Образовательная среда Moodle имеет большие перспективы использования при изучении как гуманитарных, так и технических дисциплин, опыт её использования при изучении дисциплины «Методы алгоритмизации» является однозначно положительным.

**И. О. ДЕЛИКАТНАЯ, Е. И. ДОЦЕНКО, К. П. ШИЛЯЕВА**  
УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

## **ОСОБЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПО РАЗДЕЛАМ КУРСА ФИЗИКИ**

В настоящее время понятно, что обеспечение высокого уровня подготовки современного специалиста в вузе нельзя решить без внедрения в современный образовательный процесс инновационных образовательных технологий. Опыт применения модульно-рейтинговой технологии организации учебного процесса, имеющийся у авторов, показывает, что данная технология обеспечивает повышение качества аудиторной и самостоятельной работы студентов в течение семестра, а также объективность итоговых оценок по учебной дисциплине за счет их формирования в ходе текущего, промежуточного и итогового контролей, которые были проанализированы в работах, опубликованных ранее. Квалиметрия учебной работы студентов в рамках реализации в учебном процессе модульно-рейтинговой системе проводилась авторами в работе [1].

В настоящей работе был проведен анализ промежуточного контроля при подготовке студентов к экзамену по дисциплине «Физика». Были проанализированы ответы от 351 студента на тестовые задания, проведенные за четыре учебных года. Промежуточный контроль обычно осуществлялся за один-два дня до проведения экзамена. Студентам выдавались 40 тестовых заданий по вариантам, время тестирования ограничивалось 45 минутами. Тестовые задания были представлены следующими типами вопросов: «один из многих» и «многие из многих». Вероятность случайного угадывания правильного ответа данного режима тестирования при условии типа заданий «один из многих», по распределению Пуассона, составляет 0.08.

Рассмотрены итоги тестирования за четыре учебных года, построены диаграммы зависимости количества правильных ответов студентов от всего количества заданий и в соответствии с разделами физики.

На рисунке 1 представлены результаты итоговых опросов студентов за семестр в виде процента правильных ответов от общего числа ответов с разбивкой по учебным годам. Из рисунка видно, что на протяжении последних трех лет доля правильных ответов значительно уменьшилась, что очевидно связано как с уменьшением количества часов, отводимых на изучение дисциплины, существенному снижению количества часов на проработку тем на практических занятиях, так и с общим снижением уровня подготовки студентов.

На рисунке 2 представлено сравнение доли (в процентах) правильных ответов на вопросы теста в зависимости от раздела физики с разбивкой по годам.

Изучаемые разделы физики обозначены соответственно: 1 – механика, 2 – молекулярная физика и термодинамика, 3 – электричество и магнетизм, 4 – колебания и волны, 5 – оптика, 6 – физика атома и ядра.

Анализ тестирования показал, что в 2021–2022 учебном году в разделе «Механика» самым сложным вопросом (83 % неправильных ответов) был вопрос «Назовите физическую величину, определяемую произведением массы движущегося тела на скорость ( $p = mv$ )». Самым простым вопросом (94 % правильных ответов), являлся вопрос «Укажите простейшую модель, являющуюся телом, обладающим массой, размерами которого в данных условиях можно пренебречь».

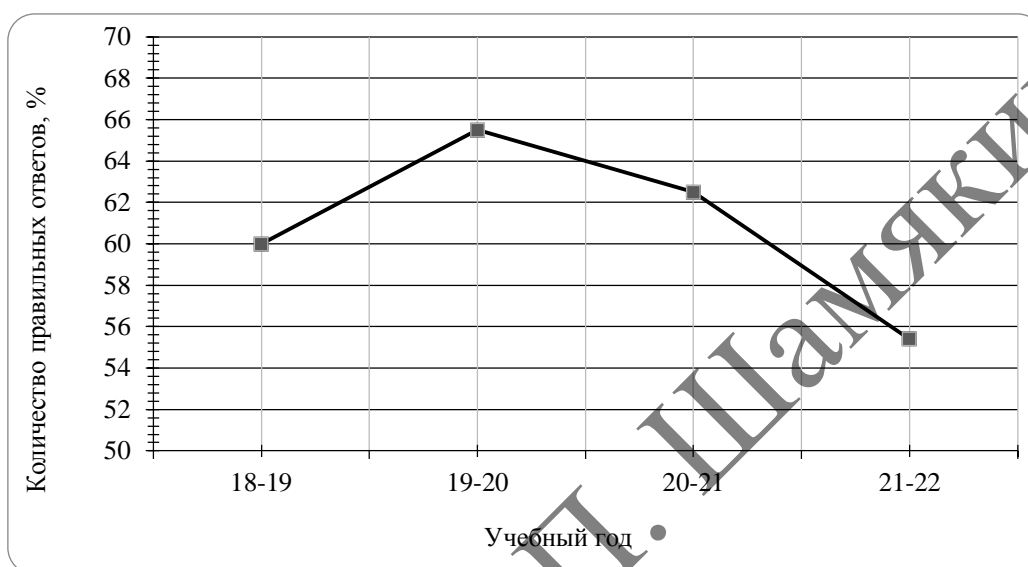


Рисунок 1

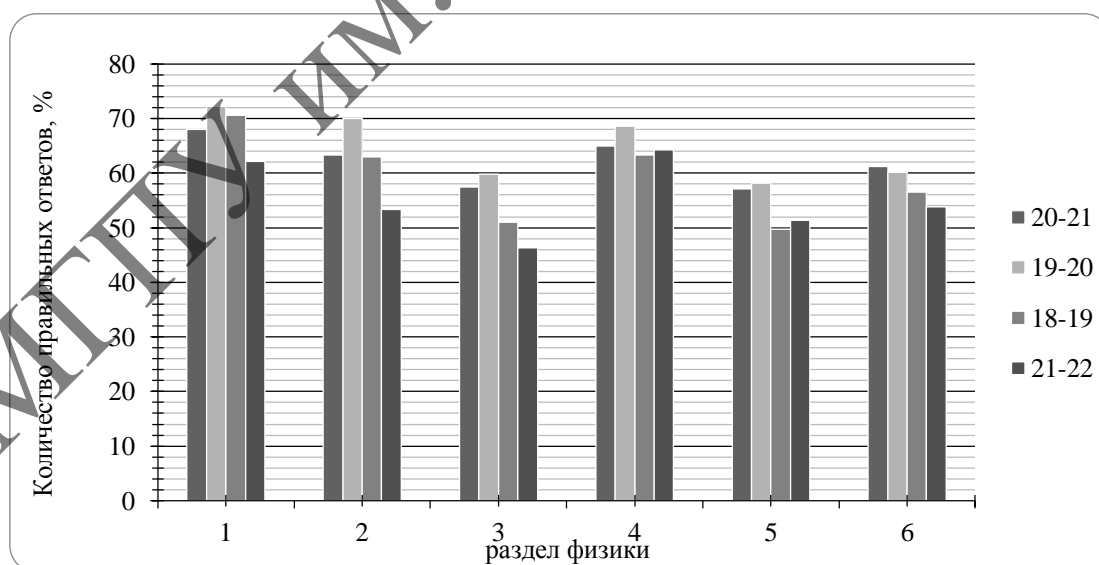


Рисунок 2

В разделе «Молекулярная физика и термодинамика» самым сложным вопросом (82 % неправильных ответов), был вопрос «Чему равно количество теплоты, сообщенное газу, для изотермического процесса?». Самым простым вопросом (88 % правильных ответов) являлся вопрос «Как называется процесс, отображающий зависимость между давлением и объемом газа, при котором температура поддерживается неизменной?».

В разделе «Электричество и магнетизм» самым сложным вопросом (94 % неправильных ответов) был вопрос «Как называются электрические заряды, появляющиеся в результате поляризации диэлектрика?». Самым «простым» вопросом (88 % правильных ответов), являлся вопрос «Как называется принцип, согласно которому при наложении нескольких магнитных полей, имеющих напряженности  $H_1, H_2, H_3, \dots$  и т. д., напряженность результирующего поля ( $H$ ) равна векторной сумме напряженностей складываемых полей?».

В разделе «Колебания и волны» самым «сложным» вопросом (76 % неправильных ответов), был вопрос «Как называются волны, не ограниченные в пространстве, одной определенной и строго постоянной частоты?». Самым простым вопросом (94 % правильных ответов) являлся вопрос «Дайте название движению, при котором тело перемещается около своего положения равновесия, отклоняясь от него то в одну, то в другую сторону».

В разделе «Оптика» самым сложным вопросом (76 % неправильных ответов) был вопрос «Дайте название физической величины, показывающей зависимость показателя преломления вещества от частоты (длины волны) света или зависимость фазовой скорости световых волн от его частоты». Самым простым вопросом (88 % правильных ответов), являлся вопрос «Как называются оптические тела, ограниченные двумя поверхностями, преломляющими световые лучи, способные формировать оптические изображения предметов?».

В разделе «Физика атома и ядра» самым сложным вопросом (88 % неправильных ответов) был вопрос «Чему равен заряд ядра?». Самым простым вопросом (88 % правильных ответов) являлся вопрос «Дайте название понятию, определяющему время, за которое исходное число радиоактивных ядер в среднем уменьшается вдвое».

Проведение анализа результатов тестирования необходимо проводить для совершенствования процесса преподавания дисциплины «Физика» и контроля со стороны преподавателя при закреплении изучаемого материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деликатная, И. О. Анализ результатов квалиметрии учебной деятельности студентов по курсу физики / И. О. Деликатная, Е. И. Доценко, К. П. Шиляева // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 25–26 марта 2021 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2021. – С. 21–22.

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

## **ПРИБОЩЕНИЕ КУРСАНТОВ К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ИХ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ**

Высокому качеству профессиональной подготовки высококвалифицированных военных инженеров и научно-педагогических кадров в Военной академии Республики Беларусь способствует во многом активная научно-исследовательская деятельность курсантов, к которой они приобщаются в процессе изучения математики начиная с первого курса.

Разный уровень школьной математической подготовки, безусловно, требует дифференцированного подхода к курсантам в процессе обучения. Одним из путей решения проблемы индивидуального подхода и одновременного развития творческих способностей курсантов, необходимых для успешной научно-исследовательской деятельности, служат индивидуально-дифференцированные задания на самоподготовку. Такие задания, составленные преподавателями кафедры высшей математики академии, имеют, как правило, три уровня сложности и охватывают все темы курса высшей математики для инженерных специальностей. Задачи повышенного уровня сложности частично имеют нестандартный характер, они предназначаются для наиболее сильных курсантов. Индивидуальные задания издаются как в виде отдельных пособий, так и в виде приложений к учебно-методическим пособиям (практикумам).

В целях раскрытия и дальнейшего формирования творческих и научных способностей курсантов всех курсов предусмотрено написание ими рефератов по отдельным вопросам учебной дисциплины «Высшая математика». Например, на первом курсе в начале первого семестра при изучении математического анализа предлагается всем курсантам написать реферат на тему «Основные элементарные функции, их свойства и графики». Это позволяет обучаемым с более слабой школьной подготовкой повторить, а с более сильной подготовкой – творчески переосмыслить и систематизировать данный материал, что крайне необходимо в дальнейшем при проведении ими полного исследования элементарной функции и построения её графика в плановой расчётно-графической работе. В дальнейшем темы рефератов, как правило, выходят за рамки учебной программы по высшей математике и предлагаются индивидуально наиболее успевающим курсантам.

Элементы исследовательской работы присутствуют и при выполнении лабораторных работ. В частности, изучив приближенные методы вычисления определённых интегралов (методы прямоугольников, трапеций и Симпсона), курсант в соответствующей лабораторной работе оценивает точность и трудозатраты в каждом случае для конкретной подынтегральной функции и учится делать вывод об эффективности и целесообразности применения того или иного метода на практике.

Постепенному приобщению к научно-исследовательской деятельности способствует активная подготовка курсантов к участию в различных математических олимпиадах и конкурсах в рамках работы военно-научного кружка по решению

нестандартных математических задач. В отличие от стандартной, для решения нестандартной задачи в программном курсе не предусмотрено никаких чётких правил и алгоритмов. Иногда встречаются такие задачи, замысел решения которых первоначально скрыт от учащегося. Общепринято, что нестандартные задачи – это своего рода полигон для творчества, развития математической интуиции и мыслительных способностей, реализация которых наиболее полно осуществляется на олимпиадах.

Стимулом для творческой работы курсантов в военно-научном кружке является успешная подготовка и участие в национальном (межвузовском) и финальном (международном) этапах Международной олимпиады курсантов военных образовательных организаций высшего образования государств-участников СНГ по математике, которая проводится с 2015 года. За прошедший период в национальном этапе участвовали команды Военной академии и шести военных факультетов белорусских высших учебных заведений, причем команда нашей академии шесть раз занимала первое место и один раз – второе. Команда-победитель национального этапа участвует в финальном этапе указанной олимпиады.

Для более качественной и эффективной подготовки курсантов к академической олимпиаде по высшей математике и к двум этапам Международной олимпиады нашими преподавателями подготовлен и издан в 2020 году «Сборник нестандартных задач».

Важным средством приобщения курсантов к научно-исследовательской работе является решение прикладных математических задач. Мы придерживаемся точки зрения, согласно которой прикладная математическая задача рассматривается как задача, поставленная вне математики и решаемая математическими методами. Решая такие задачи, курсанты овладевают следующими исследовательскими навыками:

- 1) выделение системы основных характеристик задачи;
- 2) нахождение существенных связей между характеристиками задачи;
- 3) нахождение системы необходимых ограничений, накладываемых на характеристики.

На нашей кафедре преподавателями осуществляется постоянная и целенаправленная работа, связанная с подбором, составлением и опубликованием прикладных математических задач с чётко выраженной профессиональной направленностью, соответствующих интересам и целям подготовки военных специалистов (особенно военных инженеров). Значительную помощь по составлению таких задач нам оказывают преподаватели инженерных и специальных кафедр. Формулировка задач основана на допустимых специальных понятиях, которые либо известны курсантам в момент знакомства с задачей, либо легко определяемы. Прикладные математические задачи рассматриваются на практических занятиях, включаются в пособия и индивидуальные задания.

В зависимости от факультета и специальности учебным планом предусмотрена курсовая работа на первом курсе по теме «Обыкновенные дифференциальные уравнения» или на втором курсе по разделу «Основы теории вероятностей и математической статистики». Ее выполнение также способствует дальнейшему форми-



рованию и раскрытию творческих и научно-исследовательских способностей курсантов.

Важным направлением работы кафедры по привитию творческих навыков является привлечение наиболее успевающих курсантов первого и старших курсов к выступлению с докладами на военно-научных и научно-технических конференциях курсантов и магистрантов, которые проводятся ежегодно на факультетах академии: среди них – пять межвузовских и одна международная. В процессе подготовки докладов курсанты пишут рефераты, неоднократно обсуждают подготовленный материал со своими руководителями. Приведём некоторые темы докладов, связанные с применением высшей математики к решению конкретных инженерных, военно-технических и тактико-специальных задач: «Подвижный базис и его применение в инженерных задачах», «Применение линейных дифференциальных уравнений к исследованию свободных процессов в электрических цепях», «Применение многочленов Чебышева-Лаггера в теории автоматического регулирования и управления», «Вероятностный подход к расчёту показателей безотказности восстанавливаемых изделий авиационной техники», «Использование распределения Вейбулла при определении показателей надёжности артиллерийского вооружения», «Применение теории случайных процессов к исследованию случайных сигналов». Тематика части докладов посвящена математическим методам защиты информации. Это обусловлено тем, что для специальностей, связанных с автоматизированными системами обработки информации, нашей кафедрой преподаётся учебная дисциплина «Прикладная математика», большинство вопросов которой относится к математическим методам защиты информации.

Наиболее активные участники научно-исследовательской работы на кафедре высшей математики в дальнейшем становятся рационализаторами, продолжают учёбу в магистратуре и адъюнктуре, принимают участие в совершенствовании и создании новой военной техники.

**С. И. ЗЕНЬКО**

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

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ**

В педагогических учреждениях высшего образования методическая подготовка студентов является неотъемлемой, важной и востребованной составляющей становления квалифицированного специалиста. От того, насколько эффективно она будет организована и осуществлена, а также насколько качественно представлено учебно-методическое обеспечение такой подготовки зависит уровень готовности будущих учителей информатики к результативной профессиональной деятельности. Стремительное развитие компьютерных технологий, прикладного программного обеспечения, цифровых средств обучения, интеграционных процессов как на уровне средств обучения, так и

представления учебного содержания (адаптивности, взаимосвязанности, комбинированности, дополненности и др.) требует модернизации существующих и разработку новых подходов и технологий с оперативным внедрением инноваций в процесс методической подготовки будущих учителей информатики.

Разделяя точку зрения А. Д. Короля, О. И. Чуприса, Н. И. Морозовой, считаем, что современный университет представляет собой один из основных центров генерирования и создания инноваций в современном образовании [3]. Естественным базисом для реализации инновационных технологий при подготовке будущих учителей информатики должны выступать педагогические учреждения высшего образования. При этом, определяя семантику понятия «инновация» (в методической подготовке), нам близки идеи А. Д. Копытова [2], Т. Б. Черепановой [2]. Инновации в методической подготовке будущих учителей информатики мы рассматриваем как направления развития учебно-образовательного процесса, отражающие научно-методические результаты поиска личной и коллективной профессиональной педагогической деятельности, предполагающей поддержание образования по информатике в состоянии динамического развития, соответствующего требованиям и запросам современного общества.

Инновационные технологии в методической подготовке будущего учителя информатики внедряются нами через:

- 1) построение методической системы подготовки студентов на основе деятельностно-семантического подхода [1];
- 2) развитие и обновление содержания системы учебных дисциплин, непосредственно направленных на методическую подготовку студентов;
- 3) формирование комплекса образовательных продуктов, создаваемых будущими учителями информатики на различных этапах образовательного процесса и их апробацию с учащимися во время практик.

Система учебных дисциплин, связанная с непосредственной методической подготовкой будущих учителей информатики, включает такие учебные дисциплины как «Основы методики обучения информатике», «Традиционные и инновационные методики обучения информатике», «Методика обучения технологиям программирования» и «Обучение информатике на повышенном уровне». Важным взаимодополняющим компонентом является ряд практик, осуществляемых на базах учреждений общего среднего образования, предусмотренных с первого по четвертый курсы.

Комплекс образовательных продуктов, создаваемых будущими учителями информатики на различных этапах образовательного процесса включает разработку: семантических сетей понятий тем школьного учебного предмета «Информатика»; денотатных графов основных понятии отдельных уроков информатики; хронологических линейки знаний и умений конкретных уроков информатики; веб-уроков информатики; видеоуроков по информатике; интерактивных рабочих листов по информатике с видеофрагментами; стендовых докладов из опыта апробации разработок.

При подготовке будущих учителей информатики важно демонстрировать традиционные и инновационные технологии, связанные с методикой изучения

учебного материала, с созданием комфортных условий для возможности познания и приобретения студентами креативного опыта по выявлению направлений инновационной деятельности для создания и внедрения в педагогическую практику новых образовательных продуктов. При этом такие образовательные продукты должны обладать определенным уровнем уникальности и иметь существенные отличительные признаки от разработок других студентов. Тем самым демонстрируя возможные действия в заранее неопределенных ситуациях и отвечая на вызовы, с которыми приходится (или придется) сталкиваться учителю информатики в своей профессиональной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зенько, С. И. Деятельностно-семантический подход как условие повышения эффективности методической подготовки будущего учителя информатики / С. И. Зенько // Весці БДПУ. Серыя 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2017. – С. 49–56.

2. Копытов, А. Д. Формирование готовности будущих педагогов к инновационной деятельности / А. Д. Копытов, Т. Б. Черепанова // Научно-педагогическое обозрение. – 2022. – Вып. 1 (61). – С. 44–50.

3. Король, А. Д. Методология, содержание и практика реализации инновационного образования в БГУ в контексте университета 3.0 / А. Д. Король, О. И. Чуприс, Н. И. Морозова // Вышэйшая школа. – 2018. – № 6. – С. 3–7.

**В. В. ИГНАТЕНКО, Е. А. ЛЕОНОВ**

УО БГТУ (г. Минск, Беларусь)

#### **О МЕЖКАФЕДРАЛЬНЫХ СВЯЗЯХ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ**

Высшая математика является одной, если не самой главной, «обслуживающей» дисциплиной в техническом университете. И от того, как и какие разделы математики преподавать, во многом зависит уровень математической подготовки будущего специалиста.

Следует отметить, что в Беларуси, в связи с переходом на четырёхлетнее обучение (бакалавры), в учебных планах технических университетов произошло значительное сокращение часов по высшей математике, а также сильно снизился уровень подготовки по математике в средней школе.

Поэтому нужно переходить от традиционной формы преподавания математики (набор классических разделов высшей математики), как это делалось раньше, а кое-где и сейчас, к практико-ориентированной форме обучения, когда упор делается на те разделы математики, которые в первую очередь будут применены в будущей специальности.

Особое внимание должно уделяться построению математических моделей реальных производственных задач и методам их решения. Как отмечает академик

В. И. Арнольд, «умение составлять адекватные математические модели реальных ситуаций должно составлять неотъемлемую часть математического образования» [1, с. 28].

Особенностью практико-ориентированной формы обучения является то, что только после совместного обсуждения преподавателями кафедры высшей математики и выпускающих кафедр должно приниматься решение: какие разделы математики включить в программу; какова глубина их изучения; для каких реальных производственных задач учить строить и решать математические модели.

Покажем, как это делается для специальностей «Лесная инженерия и логистическая инфраструктура лесного комплекса» в Белорусском государственном технологическом университете.

После рассмотрения реальных производственных задач, которые могут решаться с использованием математических моделей были получены две основные группы задач: задачи, решаемые методами линейного программирования, и задачи, для которых строятся стохастические модели, с использованием дифференциальных уравнений Колмогорова. Поэтому в курс высшей математики были включены разделы: «Линейное программирование» и «Теория массового обслуживания», которых раньше не было.

Поясним использование «Теории массового обслуживания» на конкретном примере.

В настоящее время принята следующая технология лесозаготовок.

Заготовка древесины производится харвестерами. Харвестер – машина для валки дерева, его очистки от сучьев и раскряжевки на нужные сортименты. После чего форвардер – машина для вывоза сортиментов от харвестера – вывозит сортименты на погрузочные пункты и в случае необходимости сразу сортирует. С погрузочных пунктов сортименты лесовозами доставляются напрямую потребителям, минуя нижние склады. Следует отметить, что как форвардеры, так и лесовозы оснащены манипуляторами для погрузки и разгрузки древесины.

Такая технология очень сильно повышает производительность и эффективность лесозаготовок. Однако при использовании такой технологии возникает много производственных задач, которые нужно решать математическими методами.

Одной из таких задач является задача выбора оптимальной пары «харвестер – форвардер» в зависимости от конкретных природно-производственных условий. При достаточно широком выборе однотипных машин очень важно правильно сформировать их в эффективные технологические линии. Хотя каждая из вышеуказанных машин имеет заводские характеристики, но этого недостаточно для составления высокоэффективной лесозаготовительной пары «харвестер – форвардер». Дело в том, что заводские технические характеристики, как правило, усредненные и прямое их сопоставление далеко от оптимальной пары. На работу харвестера и форвардера очень сильно влияют случайные факторы: порода и возраст древесины, состав и местоположение лесосеки, времени года и некоторые другие. Решение этой проблемы практически невозможно без математического моделирования работы исследуемых объектов.

Математическая модель работы пары «харвестер – форвардер» представляет систему дифференциальных уравнений Колмогорова [2]. Решая эту систему, мы

получаем следующие зависимости для вероятностей  $P_0, P_1$ , в зависимости от интенсивностей работы форвардера  $\mu$  и харвестора  $\lambda$

$$P_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu}, \quad P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}.$$

Здесь  $P_0$  – вероятность простаивания,  $P_1$  – вероятность работы форвардера в установившемся (длительное время работы) режиме.

Анализируя данные зависимости, мы можем установить рациональные значения параметров рассматриваемых машин и подобрать конкретную марку харвестера, в зависимости от интенсивности  $\mu$  форвардера.

На рисунке 1 приведен пример установления рациональной интенсивности  $\lambda$  работы харвестера в зависимости от конкретной интенсивности  $\mu$  работы форвардера.

Принятый на основании рисунка оптимальный диапазон значений  $\lambda^* = 90 - 110$  при  $\mu = 10$  позволяет осуществить выбор требуемого харвестера, обеспечивающего рациональную загрузку применяемого форвардера, т.к. вероятности его работы  $P_1^* \geq 0,9$ .

Используя такие модели, инженер может проектировать производственные линии с максимальной производительностью.

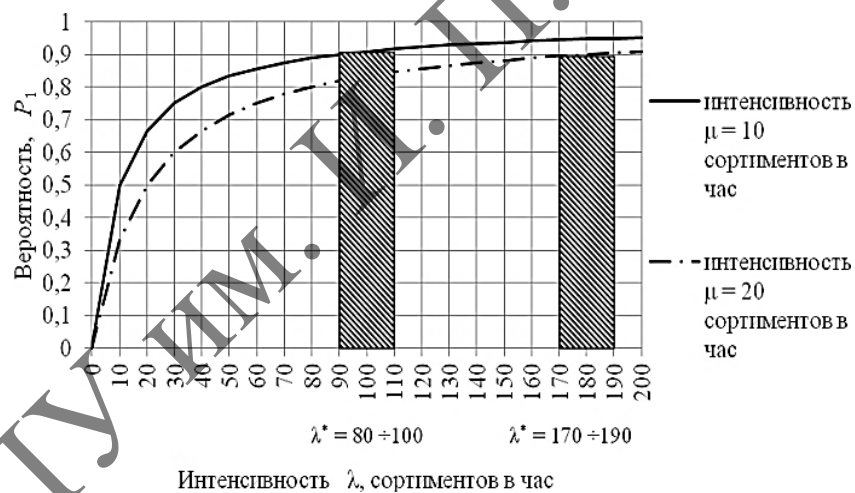


Рисунок 1. – Зависимости вероятностей состояний системы «харвестер – форвардер»

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Арнольд, В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели / В. И. Арнольд. – М. : МЦНМО, 2000. – 32 с.
2. Игнатенко, В. В. Математическая модель лесопромышленной системы «харвестер – форвардер» / В. В. Игнатенко, Е. А. Леонов // Современные проблемы анализа динамических систем. Теория и практика : материалы международной открытой конференции 21–23 мая 2019 года / отв. ред. В. В. Зенина ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО ВГЛУ. – Воронеж.

**С. В. ИГНАТОВИЧ, М. И. ЕФРЕМОВА**

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

## **ИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ»**

Учебная дисциплина «Введение в анализ» входит в модуль «Математический анализ», который относится к циклу специальных дисциплин государственного компонента и изучается студентами первого курса специальности 1–02 05 01 Математика и информатика. В данной дисциплине изложены начальные главы математического анализа, посвященные теории пределов и непрерывным функциям, введён класс элементарных функций.

Введение в анализ – это раздел математики с характерным объектом изучения – переменной величиной, своеобразным методом исследования – анализом при помощи бесконечно малых или при помощи предельных переходов, определенной системой основных понятий – функция, предел. Методы и аппарат этой учебной дисциплины находят свое широкое использование и в других математических учебных дисциплинах, а также в информатике и физике.

Современное общество и, в частности, система образования нуждается в специалистах, которые способны самостоятельно, творчески и качественно выполнять свои профессиональные обязанности. Поэтому преподавание разделов математического анализа в учреждении высшего образования должно быть организовано таким образом, чтобы будущие преподаватели математики и информатики средних общеобразовательных учреждений смогли приобрести необходимые профессиональные навыки.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Введение в анализ» являются формирование систематизированных знаний о современных методах теории функций, овладение фундаментальными понятиями предельного перехода и прочными навыками их использования для решения теоретических и практических задач.

В процессе изучения учебной дисциплины «Введение в анализ» перед преподавателем стоят, в первую очередь, следующие задачи:

- 1) уточнение понятий действительного числа, множества, функции одной действительной переменной, известных из школьного курса математики;
- 2) изучение понятия предела и освоение этого понятия с целью практического его использования при решении различных задач математики, физики и информатики;
- 3) освоение теории пределов и связанного с этой теорией понятия непрерывности функции одной действительной переменной;
- 4) создание базы для освоения основных понятий дифференциального и интегрального исчисления функции одной действительной переменной и методов исследований современной математики;
- 5) развитие способностей студентов к абстрактному мышлению посредством преобразования математических знаний в инструмент познания окружающего мира.

Решение указанных задач позволяет достичь необходимого уровня профессиональных компетенций студентов – будущих учителей. Опыт использования

инновационных технологий в преподавании позволяет утверждать, что для проверки уровня компетенций студентов удобно использовать тестирование, которое на данном этапе стало мощным инструментом для контроля приобретенных знаний, умений и навыков.

Например, при изучении темы «Предел функции» в курсе «Введение в анализ» для студентов первого курса физико-инженерного факультета мы предлагаем использовать следующий тест для проверки их умений раскрывать основные неопределенности и находить пределы.

### ТЕСТ

Тема: Предел функции

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| 1. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^3 - 5x^2 + 2}{2x^3 + 5x^2 - x}$ | Ответы: а) $\frac{3}{2}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{7}{3}$ . |
| 2. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x^4 - 5x^2 + 2}{x^3 + 3x^2 - x}$  | Ответы: а) $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{7}{3}$ . |
| 3. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^3 - 5x^2 + 2}{x^5 + 5x^2 - 7}$  | Ответы: а) $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{7}{3}$ . |
| 4. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 + x - 12}{\sqrt{x-2} - \sqrt{4-x}}$ | Ответы: а) $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) 7.               |
| 5. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x+4}{x+8} \right)^{-3x}$    | Ответы: а) $e^{12}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{7}{3}$ .      |
| 6. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2x^2 - 9x + 10}{x^2 + 3x - 10}$         | Ответы: а) $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{1}{7}$ . |
| 7. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 7x}{\sin 3x}$                      | Ответы: а) $\frac{7}{3}$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{1}{7}$ . |
| 8. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x+4} - 2}{x}$                     | Ответы: а) $e^2$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $\frac{1}{4}$ .          |
| 9. Найти предел  | $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \sqrt{x^2 + x} - x \right)$       | Ответы: а) $e^2$ ; б) 0; в) $\infty$ ; г) $\frac{1}{2}$ .          |
| 10. Найти предел | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x^4 + 16x^2 + 3}}{x^2 + 5}$  | Ответы: а) 1; б) 0; в) $\infty$ ; г) $-\frac{7}{3}$ .              |

Для того чтобы студент смог проверить, насколько адекватно он оценивает свои знания, умения и навыки, поверить в собственные силы и скорректировать свою подготовку в нужном направлении с целью устранения недостатков после проведения подобного тестирования, преподаватель на ближайшем занятии обязательно анализирует результаты тестов. При этом он не только фиксирует ошибки и называет правильные ответы, но и подробно объясняет студентам причины ошибочных действий, указывая методы их предупреждения.

Контроль уровня знаний и умений студентов посредством таких тестов, как показывает опыт их использования, много времени не занимает, но при этом достаточно объективно отражает имеющиеся пробелы в изученном материале, что

позволяет их своевременно ликвидировать и тем самым повысить качество преподавания изучаемой дисциплины.

В настоящее время особенно актуально интерактивное тестирование. В Мозырском государственном педагогическом университете имени И. П. Шамякина система интерактивного тестирования предусмотрена в рамках учебно-методических комплексов по учебным дисциплинам, реализуемых на учебном портале Moodle. Этот встроенный элемент Moodle позволяет формировать тестовые задания различных типов по любой дисциплине. При завершении теста система Moodle представляет также не только оценку, но и анализ верных и неверных ответов, чтобы студент мог не только получить объективные данные о своем уровне знаний по данной теме, но и увидеть свои ошибки.

Практика использования тестирования студентов физико-инженерного факультета Мозырского государственного педагогического университета имени И. П. Шамякина в процессе изучения математических дисциплин с целью проверки качества освоения компетенций показывает степень готовности обучающихся к решению практических задач различной степени сложности [1]. Результаты тестирования позволяют в определенной степени наглядно анализировать, как будущие учителя смогут применять теоретические знания и умения в своей профессиональной деятельности, что позволяет сделать выводы о качестве их подготовки к работе в учреждениях образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремова, М. И. Тестирование при изучении математических дисциплин в рамках компетентностного 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.

**Р. М. КАЛИНИНА, О. А. ЛЕОНЧИК**

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

#### **ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Современный уровень развития общества требует высокообразованных специалистов, людей творческих, способных к свободному мышлению.

В связи с этим мы хотим обратить внимание на проблемы, возникающие у студентов при изучении математики, а также у преподавателей в процессе использования современных методов обучения.

В настоящее время в средней школе, особенно в старших классах, акцент делается на подготовку к ЦТ и, как следствие, на решение тестовых заданий, при проверке которых внимание обращается на правильный ответ, игнорируя при этом ход решения задачи, что безусловно не способствует формированию логического



мышления. Как результат, выпускники средней школы научились мыслить логически и доказательно.

Таким образом, из года в год возникает вопрос, как усилить мотивацию первокурсников, учитывая низкий уровень школьной подготовки. В связи с этим уместным будет ещё раз обратить внимание на использование информационных компьютерных технологий, которые предоставляют студентам возможность самостоятельного исследовательского поиска материалов, опубликованных в интернете, для подготовки докладов на конференции и рефератов. ИТ помогают в поисках ответов на различные вопросы, многократно повышая скорость в получении необходимой информации.

В результате улучшается успеваемость, растёт мотивация не только студентов, но и преподавателей.

Преподавание математики с помощью технологий даёт преподавателю больше инструментов, с помощью которых можно давать инструкции студентам. Важнейшая роль преподавателя состоит в том, чтобы объяснить студентам различные концепции и убедиться, что они понимают представляемый материал.

Некоторые исследования отношения преподавателей к обучению с помощью технологий показали, что большинство опытных преподавателей поначалу относились к обучению с использованием технологий нерешительно.

Это отсутствие энтузиазма в отношении технологий было результатом предположения, что использование технологий не улучшит обучение студентов. Однако это отсутствие энтузиазма носит лишь временный характер.

Исследования показывают, что, хотя некоторые преподаватели могут поначалу выражать сомнения в отношении использования технологий для обучения математике, эти сомнения не сохраняются. По мере того как студенты демонстрируют хорошие результаты, происходит изменение убеждений и отношения преподавателя. Это приводит к изменениям в практике преподавателей, чтобы включить технологии в преподавание предмета.

Технологии способствуют развитию культуры эффективного обучения студентов. При использовании технологий преподавателям рекомендуется расширять цели учебной программы, использовать больше примеров решения проблем и использовать исследовательский подход к обучению.

Скорость выполнения расчетов с использованием технологий также освобождает время для более глубокого обучения. Исследования об эффективности преподавания математики с помощью технологий по сравнению с использованием традиционных методов обучения обнаружили, что преподавание математики с использованием технологий привело к лучшим достижениям студентов. Это говорит о том, что использование технологий в качестве стратегии обучения математике приводит к более эффективному обучению, что ведет к повышению уровня знаний студентов.

Преподавание математики с помощью технологий повышает способность преподавателя обучать студентов решению задач. Технология помогает создавать реалистичные задачи. Эти задачи моделируются по образцу реальных проблем, с которыми студент может столкнуться в реальной жизни.

Таким образом, математика использует решение задач для создания контекстов, имитирующих реальную жизнь. Решение задач является неотъемлемой частью всего обучения математике, и преподаватели должны помогать студентам развивать навыки, необходимые для решения различных задач по математике, в том числе прикладных.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях по математике должны применяться специализированные программы, такие как Mathcad, MAPLE, программы презентации (Power Point) и др. Использование этих программ позволяет сделать многие математические понятия более наглядными и развивает у студентов абстрактное мышление. Кроме того, они видят, как применяется математика для решения прикладных задач.

Это не значит, что не нужно применять традиционные формы работы. Их нужно комбинировать с новыми инновационными технологиями.

При работе с такими программами каждый студент выполняет индивидуальное задание, которое оценивается сразу же по завершению.

Это позволяет студенту выйти на творческий уровень, повышает мотивацию, стимулирует выработку исследовательских навыков.

Эффективным является применение технологии проведения интерактивных лекций с использованием мультимедиа-технологии обучения, обеспечивающей восприятие студентом информации одновременно несколькими органами чувств (звуковой, видео).

Интерактивность же позволяет студентам активно вмешиваться в процесс обучения: задавать вопросы, получать подробные и доступные пояснения, а преподавателю – эффективно использовать учебное время лекции, сосредоточив внимание на обсуждении наиболее сложных моментов учебного материала.

Преимущества применения информационных технологий в обучении математике заключаются в следующем: они привлекают интерес студентов к изучению математики; повышают их мотивацию и производительность; поощряют обучение на протяжении всей жизни.

Понимание влияния технологических инноваций на студентов, преподавателей и ВУЗы имеет решающее значение для разработки стратегий и методов управления и использования технологий в образовании.

**С. И. КЛИНЦЕВИЧ, И. М. БЕРТЕЛЬ, А. К. ПАШКО**

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ MOODLE ДЛЯ АДАПТАЦИИ ВУЗОВСКИХ МЕТОДИК К ОСОБЕННОСТЯМ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ**

Специалисты-практики, работающие в системе высшего образования, в последние годы столкнулись с проблемой, которая формулируется достаточно

просто: что необходимо изменить в вузовских классических аудиторных методиках обучения, чтобы эффективно учить так называемое «Z-поколение» молодых людей?

Поколение Z (синонимы: цифровое поколение, «зуммеры», Z-ты) – это молодое поколение, родившееся примерно в 2001–2012 годах [1], которое активно использует Internet и все его сервисы. Это поколение молодых людей, которое живет в нереальном, так называемом фиджитал-мире – мире, в котором нет барьера между миром физическим, реальным и миром воображаемым, виртуальным. Поэтому новое поколение не представляет себе мира, в котором нет доступа к Internet`у.

Сегодня Z-ты не могут понять и принять «доинтернетовские» методики в обучении, связанные с необходимостью запоминать информацию, которая доступна в Internet`е и находится на расстоянии «одного клика компьютерной мышкой». Однако известно, что в интернете информация хотя и содержится в изобилии, но она хаотична и не структурирована, часто носит обтекаемый характер и не содержит ответов на конкретные запросы. Проблема здесь как раз в изобилии информации. Выбор полезной информации требует серьезного анализа предлагаемого материала, наличия глубоких знаний экспертного уровня, которыми сегодня обладает преподаватель.

Таким образом, применение проверенных многолетней практикой классических методик в современных условиях требует внесения в эти методики поправок, которые учитывают своеобразную деривацию в сознании Z-ов. Цифровое поколение необходимо учить критически анализировать Internet-материал. Обучение должно быть ориентировано на практику, на умение применить полученные знания, умения и навыки в жизни. Пассивные классические методики обучения должны, по мере возможности, вытесняться активными моделями обучения с использованием компьютерных сред.

На кафедре медицинской и биологической физики УО ГрГМУ преподавание общеобразовательных дисциплин физико-математического цикла осуществляется по гибридным методикам [2], которые сочетают в себе аудиторные занятия с элементами дистанционного образования и самостоятельной работы студентов. Платформой для организации учебного процесса является компьютерная среда Moodle. По нашему мнению, дидактический потенциал данной образовательной платформы позволяет скорректировать классические подходы и разработать новые методики для обучения студентов цифрового поколения.

При разработке Moodle-материалов, предназначенных для обучения Z-студентов, нами учитывается как содержание учебного материала, так и формы его подачи. Необходимо понять особенности цифрового поколения и учитывать это в обучении. Ниже мы приведем примеры таких особенностей и опыт коррекции обучения, который используется в нашей практике.

1. Новое поколение не может себе представить мира, в котором нет доступа к Internet`у. Наш опыт: чаще практиковать в обучении работу с использованием Internet- и Intranet-ресурсов (размещать теоретические материалы, практические задания, дискуссии, опросы, коллективное выполнение заданий и т. д.). Здесь платформа Moodle предоставляет преподавателю хорошие возможности. На кафедре в обучении используется образовательная среда Moodle, на которую вынесены многие компоненты образовательного процесса.

2. Поколение Z живёт в нереальном фиджитал-мире. Наш опыт: в обучении следует выстраивать коммуникацию через платформу Moodle и видеостриминговые сервисы. Сотрудниками кафедры разработаны видеотрекеры, которые демонстрируют отдельные операции при выполнении лабораторных и практических работ. Такие видеотрекеры легко внедрить в структуру Moodle-занятия. Для оперативного взаимодействия в системе «преподаватель-студент» можно использовать социальные сети (Facebook, Instagram и др.). Однако следует помнить, что социальные сети не создавались для вузовского обучения и пользоваться ими следует обдуманно и дозированно.

3. Z-студенты не способны воспринимать длительные объяснения, монологи преподавателя. Наш опыт: использовать предельно краткую формулировку учебных заданий в 20-25 слов с пошаговыми инструкциями с возможностью их повтора.

4. Зуммеры подвержены прокрастинации (прокрастинация – склонность откладывать важные дела на потом). Наш опыт: для Moodle-заданий следует указывать жесткие дедлайны (дедлайн – сленг, обозначающий крайний срок, к которому должна быть выполнена задача). В среде Moodle возможны различные варианты задания дедлайнов на задания для студентов.

5. Поколение Z росло в бонусной атмосфере, где регулярно поощрялись самые небольшие достижения. У Z-тов огромное количество малозначащих медалей, грамот и других наград. Поэтому они всегда ожидают заслуженных, по их мнению, призов и бонусов. Наш опыт: при выполнении Moodle-лекций, Moodle-тестов нужно использовать комментарии, которые поощряют студента при удачном выполнении одного или нескольких элементов задания или, наоборот, поддерживают при локальных неудачах.

6. Представители Z-поколения не готовы браться за задачи, если не понимают, что и зачем они делают и как это влияет на конечный результат их обучения. Наш опыт: перед каждой новой темой следует кратко объяснить, в какой области медицины используются данные знания, какие практические навыки студент приобретёт.

7. У зуммеров клиповое мышление, они отдают предпочтение визуальному, яркому и насыщенному восприятию материала по сравнению с текстовым. Наш опыт: включать в теоретический материал видеофрагменты, анимации, яркие картинки, схемы и т. д.

8. Z-поколение – некоммуникабельное в реальном мире поколение. Несмотря на то, что у Z-тов много виртуальных друзей, им не хватает живого общения. Наш опыт: проводить контактные учебные конференции, на которых участники будут обсуждать что называется «вживую» актуальные проблемы (например, нанотехнологии в диагностике и медицине, современные инновационные технологии диагностики заболеваний и т. д.).

В заключение поделимся ещё несколькими советами. Чтобы наладить коммуникацию со студентами, необходимо уметь говорить на их языке – сегодня это символичный язык emoji. Следует использовать методы коллективной работы, которые дают возможность студентам почувствовать свою причастность к коллективу и полезность команде. Необходимо разработать систему поощрений в виде бонусов при достижении в обучении определённых результатов. Преподавателю полезно следить

за трендами, своевременно модернизировать методики обучения и не упускать шанса подчеркнуть свою продвинутость.

Moodle-анкетирование студентов и анализ их успеваемости показали, что использование интерактивных гибридных технологий с учетом поправок на особенности Z-поколения повышает эффективность и качество образовательного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поколение Z [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Поколение\\_Z](https://ru.wikipedia.org/wiki/Поколение_Z). – Дата доступа: 05.01.2022.

2. Клинецвич, С. И. Гибридные технологии обучения на кафедре медицинской и биологической физики / С. И. Клинецвич, А. К. Пашко // Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем : междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию НАН Беларуси и 45-летию Института биофизики и клеточной инженерии. : тез. докл. – Минск, 2018. – С. 198.

**Н. А. КОНДРАТЬЕВА, Д. И. ВАНСОВИЧ**

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

#### **«ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ» В ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ БНТУ**

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него информационных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности и образуют глобальное информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью этих процессов является информатизация образования [1]. Информатизация образования, развитие современного учебного процесса на основе внедрения информационных технологий, методов интерактивного обучения и новых направлений самостоятельной работы студентов, внедрение компетентностного подхода направлены на решение задачи подготовки специалистов в соответствии с требованиями образовательных стандартов нового поколения.

Современная система обучения в техническом университете направлена на повышение качества подготовки специалистов с использованием информационных технологий путем достижения ритмичной работы студентов в семестре и объективной оценки успехов учебной деятельности. Этот подход возможно реализовать с помощью внедрения в учебный процесс различных информационных сервисов, одним из них является электронный журнал.

Актуальность разработки и применения электронного журнала в техническом университете определяется многими факторами. Так, например, журнал дает возможность преподавателям, студентам и всем заинтересованным лицам практически непрерывно отслеживать персональную и групповую динамику посещаемости учебных занятий студентами за счет ее размещения на учебном портале и проводить

аналитический обзор результатов учебной деятельности студентов. В электронном журнале возможно редактирование и актуализация текущей информации с учетом уровня доступа к сервису, а также доступен постоянный обмен информацией между участниками образовательного процесса [2]. Внедрение такого информационного сервиса оптимизирует деятельность педагогических работников университета, активизирует взаимодействие участников образовательного процесса, способствует формированию индивидуальной образовательной траектории обучающихся.

«Электронный журнал» – это web-приложение с простым, но очень удобным интерфейсом, которое было создано для заполнения информации о посещаемости занятий студентами в режиме онлайн по поручению центра информационных технологий БНТУ. «Электронный журнал» доступен с любого мобильного устройства. Программа написана в редакторе кода Visual Studio Code, серверная часть реализована на программной платформе nodejs, вебсайт – html, css, javascript [3]. Зайдя в браузер и прописав в адресной строке days.bntu.by, можно попасть на сайт журнала. На данный момент электронный журнал разделен на две части: функционал старост, деканатов, администрации и функционал студентов, родителей.

Разработана система предметов, которая имеет возможность связываться с системой пропусков занятий студентами. Система предметов имеет функционал их добавления, редактирования, а также удаления для администрации и деканата. При авторизации старостой пользователь может добавлять предметы (изучаемые дисциплины в текущем семестре) в журнале либо выбирать уже существующие и заполнять пропуски. Пропуски занятий студентов заполняются в виде таблицы «Студент–пропуск–причина». Староста может добавить тему занятия, а также выбрать дату занятия (возможно выбрать дату за ближайшую неделю). У старост есть доступ к таблицам посещаемости всей группы и конкретного студента, таблицам посещаемости по предмету (рисунок 1).

п)	19 МАР (3, пт) 2021				20 МАР (3, сб) 2021				22 МАР (3, пн) 2021			23 МАР (3, вт) 2021			24 МАР (3, ср) 2021			25 МАР (3, чт) 2021		26 МАР (3, пт) 2021			27 МАР (3, сб) 2021		29 МАР (3, пн) 2021			30 МАР (3, вт) 2021				
	Материаловедение I	Английский язык	Физкультура	Математика	Коррупция	История Беларуси	Теоретическая мехка	Теоретическая мехка	Физика	Физкультура	Математика	Математика	Прикладная механика	Прикладная механика	Инженерная графика	Физика	Материаловедение I	Английский язык	Физкультура	Математика	Математика	Физика	Материаловедение I	История Беларуси	Теоретическая мехка	Теоретическая мехка	Физика	Физкультура	Физика	Математика		
Вансович Д.И.	+	+	+	+	+	2у	2у	2у	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ИТОГО часов пропусков без уважительной причины:	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч
ИТОГО часов пропусков по уважительной причине:	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	2ч	2ч	2ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч	0ч
ИТОГО на больничном:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ВСЕГО часов пропусков:	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 1. – Таблица посещаемости студента

В разделе «Студенты» на странице группы можно получить контактную информацию любого студента группы. Студенты и их родители могут быть авторизованы в соответствующем разделе. Была решена задача связи электронного журнала с базой данных студентов БНТУ в виде прохождения персональной авторизации с помощью студенческого билета. После авторизации пользователь отображается на персонифицированной странице посещаемости занятий студента, на которой есть краткая информация о пропусках учебных занятий за текущий месяц, график посещаемости (за последние 7 дней, за последние 30 дней), результаты мониторинга текущей успеваемости по профилирующим предметам. При авторизации студентом в электронном журнале доступна страница успеваемости студента. На странице отображены результаты экзаменов и зачётов по дисциплинам, дата их проведения (рисунок 2). Информация об успеваемости студентов не нуждается в редактировании со стороны электронного журнала. Вся информация берётся из деканата и выводится на странице. Для деканатов и администрации университета реализован дополнительный функционал. Работники деканатов могут просматривать пропуски занятий отдельных студентов и таблицы посещаемости групп своего факультета, а также при авторизации специального аккаунта – изменять данные в случае ошибки.



Рисунок 2. – Страница успеваемости студента

Реализован дополнительный функционал для отслеживания работы системы, графики нагрузки на систему, графики авторизаций пользователей, информация о работоспособности, информация о группах и старостах. Веб-страница полностью адаптирована для разных групп людей: в электронном журнале предусмотрен функционал смены языка интерфейса. В рамках электронного журнала появляется возможность вести статистику учебного процесса, ускоряется процесс обработки полученных данных, связанных с оперативным учетом учебных достижений каждого обучающегося с наглядной интерпретацией в виде таблиц и диаграмм. Главная задача

web-приложения «Электронный журнал» – доступность из любой точки мира и его реализация с ней отлично справляется.

Внедрение в учебный процесс информационного сервиса «Электронный журнал» позволяет его использовать в качестве инструмента для управления учебно-воспитательным процессом, создает благоприятные условия для развития познавательных способностей обучающихся и активизации их самостоятельной работы, приводит к повышению эффективности в образовательной и организационной деятельности преподавателя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пашенко, О. И. Информационные технологии в образовании : учеб.-метод. пособие / О. И. Пашенко. – Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 227 с.

2. Куринин, И. Н. Электронный журнал учета учебных достижений студента / И. Н. Куринин, В. И. Нардюжев, И. В. Нардюжев // Вестн. РУДН. Сер. Информатизация образования. – 2013. – № 4. – С. 79–89.

3. Фримен, Э. Изучаем HTML, XHTML и CSS / Э. Фримен. – СПб. : Питер, 2014. – 720 с.

**С. В. КОРЧЕМЕНКО**

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

#### **ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ АНИМАЦИИ В POWERPOINT ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ**

В настоящее время образование, в том числе и естественно-научное, невозможно представить без применения информационных технологий, которые одновременно решают как когнитивные и компетентностные задачи, так и задачи организации учебного процесса. В период всеобщей цифровизации экономики и общественных отношений перед профессорско-преподавательским составом высших учебных заведений стоит задача формирования личности, готовой раскрыть свой творческий потенциал в условиях цифровой экономики.

В частности, необходимо наметить пути цифровизации обучения высшей математике, отвечающие запросам общества и способствующие пониманию и усвоению математических знаний на основе цифровых образовательных ресурсов, использующих анимационные возможности компьютерных сред.

Например, с помощью PowerPoint – программы подготовки и просмотра презентаций, являющейся частью Microsoft Office доступной в редакциях для операционных систем Microsoft Windows и macOS, а также для мобильных платформ Android и IOS, появилась возможность создавать текстовые, алгебраические и геометрические анимации.

Под текстовой анимацией понимают динамическое преобразование текста в зависимости от последовательности и формы изложения изучаемого материала. Последовательно добавляя эффекты анимации ко всему тексту или его части, на слайде



будут появляться только нужные вам предложения, таблицы или формулы, причем в указанном вами направлении и длительности по времени, что очень удобно при чтении лекций.

Алгебраические анимации в математике – это динамическое изменение математических выражений и формул в процессе поэтапного решения задач, доказательства теорем и так далее. Аналогично текстовой анимации, формулы, набранные, например, в Microsoft Equation или MathType Equation, могут появляться на экране последовательно согласно решению задачи. Применяя алгебраические анимации на лекции, можно приводить доказательства теорем или иллюстрировать тот или иной метод решения примера.

Под геометрической анимацией понимают динамическое изменение геометрического чертежа с сохранением последовательности его построения. Такой вид анимации используется при решении геометрических задач, построении графиков функций и так далее. Например, в курсе аналитической геометрии при изучении поверхностей второго порядка можно последовательно построенный по каноническому уравнению эллипс вращать вокруг одной из трех координатных осей и получить эллипсоид вращения; если вращать гиперболу, образуется однополостный или двуполостный гиперболоид в зависимости от оси вращения, и все, что ранее преподаватель писал и рисовал мелом на доске, можно анимировать на слайдах.

Применяя эффекты анимации к тексту, построениям, рисункам, фигурам и другим объектам в презентации по высшей математике, можно добиться реальной наглядности происходящего на экране и повысить степень усваивания изучаемого материала. Создание цифрового образовательного контента с использованием анимационных возможностей компьютерных сред повышает технологическую оснащенность современного преподавателя и позволяет достигнуть более высоких образовательных результатов.

**Е. А. КРАЕЛЬ**  
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

### **ПРЕЗЕНТАЦИИ MICROSOFT POWERPOINT ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СЛУШАТЕЛЕЙ-ИНОСТРАНЦЕВ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ**

Одним из актуальных и распространенных направлений внедрения использования информационных технологий в образовательный процесс учебного заведения являются мультимедийные презентационные технологии.

Возможности использования инновационных средств в системе обучения начали обсуждать со второй половины 1990-х гг. У истоков научных исследований в этой области стоял Р. Майер, автор теории когнитивного мультимедийного обучения, при котором восприятие информации происходит через два канала – зрительный и слуховой [1]. Эффективность мультимедийного обучения получила подтверждение в экспериментах Р. Майера и дальнейших эмпирических исследованиях.

Microsoft Power Point является одним из самых мощных на сегодняшний день приложений, предназначенных для подготовки и проведения презентаций. Презентации могут использоваться в процессе обучения, проведения лекций, практических занятий, семинаров и т. д. Презентации – это превосходное средство передачи знаний.

Презентации Microsoft PowerPoint эффективны при проведении аудиторных занятий (изучении нового материала; систематизации, актуализации имеющихся знаний), организации самостоятельной работы (размещать в сети интернет, например, в инструментальной среде Moodle), поскольку в процесс восприятия материала включается ассоциативное мышление, реализуются принцип наглядности и доступности, вариативности; ориентированные на различные способы хранения и переработки информации.

Выделяют следующие виды мультимедийных презентаций:

– статические (обучающийся изучает информационный материал, размещенный на слайдах презентации, но не имеет возможности изменить содержимое слайда; последовательность просмотра слайдов и др.);

– интерактивные (пользователь имеет возможность изменить содержимое слайдов, навигационную схему интерактивной презентации и др.).

При обучении математике слушателей-иностранцев, как правило, используются статические мультимедийные презентации.

Несомненным достоинством компьютерной презентации в современном образовательном процессе являются:

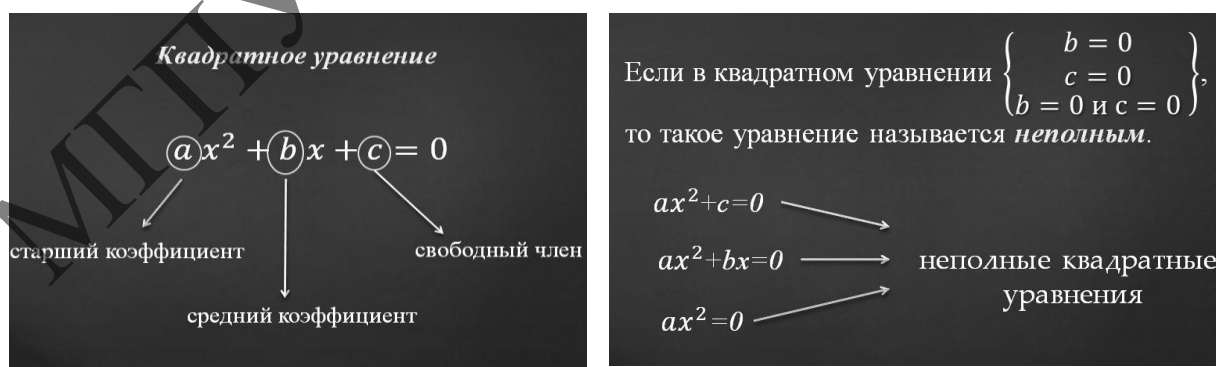
– наглядность, визуализация для обучающихся;

– тезисность, представление графической информации для преподавателей, что упрощает работу (отсутствие записей на доске) и экономит время.

При использовании на занятиях мультимедийных презентаций структура учебного занятия принципиально не изменяется. В нем сохраняются все основные этапы, но изменяются только их временные характеристики.

Наиболее эффективные варианты применения презентации MS PowerPoint при обучении слушателей-иностранцев на подготовительном отделении:

– изучение нового материала (актуализация знаний) (рисунок 1);



**Рисунок 1. – Примеры слайдов актуализации знаний по теме «Квадратные уравнения»**

– представление справочной информации (рисунки 2, 3);

**1 тип**

$\log_a f(x) < b$ $a > 1 \dots\dots\dots 0 < a < 1$ $0 < f(x) < a^b \dots\dots\dots f(x) > a^b =$	$\log_a f(x) \geq b$ $\dots\dots\dots a > 1 \dots\dots\dots 0 < a < 1$ $f(x) \geq a^b \dots\dots\dots 0 < f(x) \leq a^b =$
$\log_{f(x)} a > b$ 1-случай: $\begin{cases} f(x) > 1 \\ a > f^b(x) \end{cases}$ 2-случай: $\begin{cases} 0 < f(x) < 1 \\ 0 < a < f^b(x) \end{cases}$	$\log_{f(x)} a \leq b$ 1-случай: $\begin{cases} f(x) > 1 \\ 0 < a \leq f^b(x) \end{cases}$ 2-случай: $\begin{cases} 0 < f(x) < 1 \\ a \geq f^b(x) \end{cases}$

Рисунок 2. – Пример слайда справочной информации по теме «Логарифмические неравенства»

**Призма**  
 $S_{\text{полн.пов.}} = S_{\text{бок.пов.}} + S_{\text{осн.}}$   
 $V = S_{\text{осн.}} \cdot H$   
 Прямая призма:  $S_{\text{бок.пов.}} = P_{\text{осн.}} \cdot H$   
 Прямоугольный параллелепипед:  
 $S_{\text{полн.пов.}} = 2(ab + bc + ac)$   
 Параллелепипед:  $V = a \cdot b \cdot c$ ,  
 $a, b, c$  – измерения параллелепипеда  
 $S_{\text{полн.пов.}}$  – площадь полной поверхности  
 $S_{\text{бок.пов.}}$  – площадь боковой поверхности  
 $S_{\text{осн.}}$  – площадь основания  
 $P_{\text{осн.}}$  – периметр основания  
 $H$  – высота основания  
 $V$  – объем призмы

Рисунок 3. – Пример слайда справочной информации по теме «Многогранники»

– отображение словаря терминов (рисунки 4, 5);

**Словарь**

язык	китайский	английский
математические термины:		
переменная		variable
степень		power, degree
основание степени		base of a power
показатель степени		exponent of a power, index of a power
неравенство		inequality
показательные неравенства		exponential inequality

Рисунок 4. – Пример слайда таблицы-словаря по теме «Показательные неравенства»

Математический термин на русском языке	Математический термин на родном языке
Вершина	
Диагональ	
Квадрат	
Параллелограмм	
Периметр	
Площадь	
Прямоугольная трапеция	
Прямоугольник	
Равнобедренная трапеция	
Ромб	
Средняя линия трапеции	
Сторона	
Трапеция	
Четырехугольник	

Рисунок 5. – Пример слайда словаря по теме «Четырехугольники»

– осуществление системы контроля знаний (тестирования, математические диктанты, представление на слайде правильного решения, оформления заданий) (рисунки 6, 7);

**Пример 1**  
 Решите неравенство  $\log_{\frac{1}{3}}(3 - 2x) > -1$ .  
**Решение:**  
 $\log_{\frac{1}{3}}(3 - 2x) > -1$ ;  
 $0 < 3 - 2x < \left(\frac{1}{3}\right)^{-1}$ ;  
 $0 < 3 - 2x < 3$ ;  
 $0 < x < \frac{3}{2}$ ;  
**Ответ:**  $(0; 1,5)$ .

Рисунок 6. – Пример слайда оформления решения логарифмического неравенства

**2. Уравнения, сводящиеся к квадратным**  
**Пример.** Решите уравнение  
 $\cos 2x - 5 \sin x = 3$ ,  
 $1 - 2 \sin^2 x - 5 \sin x = 3$ ,  
 $2 \sin^2 x + 5 \sin x + 2 = 0$ ,  
 Пусть  $\sin x = t$ , тогда получим уравнение  
 $2t^2 + 5t + 2 = 0$   
 $D = 25 - 4 \cdot 2 \cdot 2 = 9$   
 $t_1 = -2, t_2 = -\frac{1}{2}$   
 $\sin x = -2$  или  $\sin x = -\frac{1}{2}$   
 Нет корней  $x = (-1)^{n+1} \frac{\pi}{6} + \pi n, n \in Z$   
**Ответ:**  $(-1)^{n+1} \frac{\pi}{6} + \pi n, n \in Z$ .

Рисунок 7. – Пример слайда оформления решения тригонометрического неравенства

– представление условий заданий.

Из всех инструментов познания мультимедиа наилучшим образом позволяет представлять знания различными способами. Работая с мультимедиа инструментарием, обучающиеся получают в распоряжение богатейший арсенал для самовыражения изучаемого материала. Мультимедиа реализует творческий подход к процессу усвоения и представления знаний.

Использование мультимедийных презентаций на лекциях обеспечивает визуализация, которая способствует лучшему запоминанию и комплексному восприятию учебного материала. Презентации позволяют облегчить показ графиков, таблиц, рисунков, при этом излагаемый материал воспринимается на уровне ощущений, подкрепляется зрительными образами. Информация, представленная в презентации, закрепляется у студентов подсознательно на уровне интуиции.

Мультимедиа-презентация является средством демонстрации наглядности с широким спектром возможностей, и ее использование на лекции, практическом занятии, при организации самостоятельной работы оправдано. Применение презентации не исключает следование принципам целесообразности и природосообразности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mayer, R. E. Cognitive Theory of Multimedia Learning // The Cambridge Handbook of Multimedia Learning / R. E. Mayer (Ed). – New York : Cambridge University Press, 2005. – Ch. 3. – P. 31–48.

**O. S. KUZMENKO**

Flight Academy of the National Aviation University (Kropyvnytskyi, Ukraine)

National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine» (Kyiv, Ukraine)

#### **PROFESSIONAL COMPETENCE AS AN INDICATOR OF PSYCHOLOGICAL READINESS OF THE EDUCATOR IN TEACHING PHYSICS BASED ON STEM EDUCATION**

Taking into account the peculiarities of society, some changes are constantly accelerating, so it is necessary that the learner in the learning process not only acquires fundamental knowledge based on STEM technologies but also forms the need for self-development and self-improvement through mental operations, formation of professional competence.

The leading activity in higher education institutions (HEIs) of technical speculation is professionally oriented, which requires from the student/cadet more educational and scientific activity, mastering new psychological norms and criteria of personality development, the needs of today's competitive specialist. It is in the process of educational activities and through it that the main goals of the training are achieved.

Professionally oriented activities of students/cadets have both general features of the learning process (mechanisms and stages, the integrity of the structure and unity of its main components, etc.) and specific, due to the peculiarities of its purpose and content, motivation and forms of organization. It most intensively influences the personal growth and professional development of students/cadets, their acquisition of professionally important knowledge, skills and abilities. In the process of professional training professional self-determination is completed, the structure of the student's self-consciousness is transformed, the socio-professional aspect of his «I-concept» is formed, mental processes and states «professionalized» for training students in speciality 272 «Air Transport».

In the process of professionally oriented activity, there are such new formations of student age as professional identity, professional reflection, professional thinking, readiness for professional activity. The purpose of professionally-oriented activities is to master the scientific knowledge of physics in the form of theoretical concepts and skills to apply them in solving professional problems of aviation.

Scientist L. Podoliak identifies the main areas of professionalization [1], which we follow in our research:

- professionalization of cognitive interests (perception, observation, memory, imagination, thinking);
- independent acquisition of soft skills in teamwork, which encourages the achievement of professional goals, and for this purpose mechanisms should be formed to plan their activities, program their actions, evaluate results and adjust them;
- the personality of the learner acquires a professional orientation, which has the following manifestations: professional motivation, general positive attitude, inclination and interest in professional activities; understanding and acceptance of professional tasks with an assessment of own resources for their solution; the desire to improve their preparation for professional activity, the motives of self-education and self-education are strengthened.

Let's outline the main requirements that affect the development of students/cadets of professional motives and orientation in the teaching of physics-based on STEM education in the free economic education of technical profile, namely:

1. To develop in students/cadets a correct idea of the social significance and content of future professional activities, taking into account the scientific component of STEM education in teaching physics with the separation of interdisciplinary links.
2. To form a positive motivation to master the knowledge of physics as basic science and applied skills that are directly relevant to the successful solution of professional problems in the speciality 272 «Air Transport».
3. To form value orientations related to professional activity: guidelines, beliefs, priorities for professional activity.
4. To form psychological readiness based on STEM education for future professional and labour activity after the end of HEIs of a technical profile.

Thus, the consequence of professional growth of the future specialist and the development of his professional abilities is the professional competence acquired by the student/cadet based on a thorough knowledge of fundamental (e.t.c physics) and professionally-oriented disciplines; possession of skills and professional technology; mobilization of acquired knowledge and skills in professional activities, use generalized

means of performing actions based on STEM-technologies in the process of solving professional tasks.

## REFERENCES

1. Подоляк, Л. Г. Психологія вищої школи : навчальний посібник для магістрантів і аспірантів / Л. Г. Подоляк, В. І. Юрченко. – К. : ТОВ «Філ-студія», 2006. – 320 с.

**Т. А. МАКАРЕВИЧ**

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

## **О РОЛИ ПРЕЗЕНТАЦИОННОЙ ПОДАЧИ МАТЕРИАЛА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ**

Современное общество неразрывно связано с процессом информатизации. Происходит повсеместное внедрение компьютерных технологий. Эта тенденция соответствует изменившимся целям высшего образования, которые требуют обновления методов, средств и форм обучения. Компьютерные технологии порождают новые способы подачи учебного материала, связанные с уникальными возможностями современных компьютеров. Применение этих технологий в процессе обучения дает возможность активизировать познавательную и мыслительную деятельность обучающихся. На современном этапе целью обучения становится не только усвоение готовых знаний, но и овладение способами исследования, обмена, использования информации как основного материала для получения новых знаний.

Хорошо известно, что большинство людей запоминает лишь 5 % услышанного и 20 % увиденного, при этом представление аудио- и видеоинформации одновременно повышает запоминаемость на 40–50 %. Поэтому наиболее востребованными в обучении, в частности, высшей математике являются, с нашей точки зрения, технологии, предполагающие визуализированную подачу информации, которая сопровождается аудио-комментариями преподавателя.

Наиболее простым видом такого способа подачи материала является презентация. Лекция с презентацией достигает наибольшего эффекта, способствует мотивации, формирует доброжелательное отношение слушателя к лектору. Практика обучения показывает, что подача материала в форме презентации способствует расширению дидактических возможностей лекции, повышению уровня наглядности обучения, повышению эффективности усвоения теоретических основ изучаемого предмета за счет активизации познавательной деятельности обучающегося, повышения интереса к учебному материалу.

Технический потенциал презентации позволяет сделать мультимедийную лекцию содержательной, интересной, наглядной, доступной. Использование анимационных эффектов при моделировании, построении графиков стимулирует интерес студентов к излагаемому материалу. Лекция, сопровождающаяся демонстрацией учебной презентации, эффективна и за счет своей эстетической

привлекательности. Она позволяет обеспечить получение большего объема информации за более короткий период.

Однако необходимо отметить, что обучение с использованием презентаций требует разработки новых методик. Такой метод подачи лекции требует от автора умения системно, последовательно и лаконично распределять учебный материал на слайдах. Плохо, когда весь теоретический материал выводится на экран. Наиболее целесообразно выделять ключевые определения, свойства, этапы доказательства или решения задач с последующим устным объяснением преподавателем материала, представленного на слайде. Такой подход к использованию презентации позволяет обучающимся увидеть и записать главное, не отвлекаясь на мелочи.

Высшая математика – абстрактная наука. Лекции и практические занятия по высшей математике не имеют, как правило, выраженной эмоциональной окраски. Поэтому многим обучающимся изучение математики дается с трудом. Занятие с презентацией позволяет создать интерактивную модель участия обучающегося в учебном процессе, повышает его технологическую культуру, не оставляет места пассивности на занятии ни одной из сторон взаимодействия.

Опыт изложения материала по высшей математике с использованием мультимедийных технологий показывает свою эффективность, придает учебному процессу развивающий характер, соответствует современным тенденциям цифровизации образования.

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

### **ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

Экологические вопросы затрагивают сегодня интересы каждого человека. Современная научная картина мира, основой которой являются физические закономерности природных явлений, должна отражать и учитывать нарастающие экологические проблемы. Для многих понятия «физика» и «экология» кажутся несовместными, поскольку внедрение достижений физики в производство представляется как один из главнейших источников загрязнения окружающей среды. И действительно, атомная промышленность, электроэнергетика, другие отрасли производства, широко использующие достижения физики, дают немало примеров отрицательного воздействия на окружающую среду.

Но физика имеет к экологии и другое, наполненное положительным содержанием отношение. Исследуя наиболее общие формы движения вещества и поля, именно физика создает основу для изучения разнообразных конкретных явлений и закономерностей, которые составляют предмет других естественных наук. По существу, физика является одной из основных составляющих фундамента сов-

ременного экологического образования. Поэтому включение экологического компонента в систему подготовки бакалавров медико-экологических специальностей является необходимым условием практико-ориентированного изучения всех физико-математических дисциплин.

В последнее время антропогенное влияние на окружающую среду достигло глобальных масштабов, при которых стало теряться равновесие между природными системами и потребностями людей и наблюдаться необратимые явления, радикально изменяющие облик Земли и ставящие под угрозу саму жизнь на планете. При определенных воздействиях на природу экологические параметры в отдельных регионах могут изменяться в такой степени, что у местного населения заметно возрастает число больных с конкретными заболеваниями [1], которые коррелируют с экологически вредными воздействиями на организм человека.

Примерно 80 % из более 6000 болезней, включенных в мировые классификаторы, связаны с экологическими параметрами окружающей среды [2].

Очень важно, на наш взгляд, показать во время учебных занятий роль современных физических методов и физической аппаратуры, в частности, в медико-биологических и биолого-химических исследованиях. К ним можно отнести электронную микроскопию и рентгеноструктурный анализ при расшифровке структуры сложных молекул белковых соединений, содержащих огромное количество атомов, использование методов магнитного резонанса в химии и молекулярной биологии, физические методы надежной регистрации биопотенциалов сердца, мозга, мышц, применение лазерного излучения в хирургии и др.

Студенты-экологи, как и большинство выпускников других вузов, должны быть знакомы с идеями и достижениями физики, которые используются в наиболее значимых областях человеческой деятельности во всех развитых странах мира. В качестве примера рассмотрим нанотехнологии. Скорость перехода от первых экспериментальных результатов к практической реализации нанотехнологий не имеет прецедентов среди научных открытий, а спектр их применения очень широк [3].

Велика их роль для решения и экологических проблем, что можно проиллюстрировать следующими примерами:

- наноанализаторы газов и жидкостей, наноочистители воздуха и воды применяются для определения экологических параметров среды;
- наносредства применяются при переработке промышленных отходов для их повторного использования;
- наночастицы платины применяются в каталитических «дожигателях» современных автомобилей для уменьшения выброса в атмосферу вредных веществ;
- нанопорошки глины в последние годы активно используются в изолирующих покрытиях силовых кабелей – такая изоляция очень плохо горит, что повышает пожаробезопасность зданий;
- серебро в форме наночастиц становится чрезвычайно губительным для бактерий – это его свойство успешно применяется в современных ранозаживляющих повязках, а также в антимикробных тканях.



Эти новые достижения современной физики в основном базируются на планомерной работе по подготовке к восприятию непростых атомных, молекулярных и квантово-механических идей.

Как показывает наш многолетний опыт преподавания, включение подобного рода вопросов в вузовский курс общей физики усиливает у студентов интерес к изучаемому материалу, способствует востребованности знаний из других разделов физико-математических дисциплин и, как следствие, активизирует повышение уровня знаний и потенциала экологической культуры будущих специалистов. Или другой пример. С человеческой деятельностью связаны источники инфразвука, его почти невозможно изолировать – на низких частотах все звукопоглощающие материалы практически полностью теряют свою эффективность.

Существенный вклад в инфразвуковое загрязнение среды дают транспортные шумы. Например, легковые автомобили на скорости 100 км/ч создают инфразвук с уровнем интенсивности до 100 дБ. На верхних этажах высотных зданий, особенно при сильном ветре, уровень интенсивности инфразвука также достигает 100 дБ.

Негативное влияние инфразвука связано с тем, что в инфразвуковой области лежат частоты собственных колебаний некоторых органов и частей тела человека. Это вызывает нежелательные резонансные явления.

Подготовку бакалавров через востребованность физико-математических знаний можно усилить, используя систему комплексных заданий, в которых осуществляется анализ и поиск решения экологических проблем физическими методами. Эти задания могут сочетать в себе несколько дидактических целей. Такими целями могут быть: мотивационная, познавательная, тренировочная, контрольная. Обычно первые две цели реализуются в лекционном курсе, третья и четвертая – на практических, семинарских и лабораторных занятиях.

В качестве примера рассмотрим следующий вопрос: «Оцените объем ядер атомов стали, производимой всеми заводами земного шара в течение целого года, если бы появилась возможность сложить их вместе, вплотную друг к другу».

В результате анализа ситуации выясняется, что для решения задачи необходима дополнительная информация (радиус протона, плотность ядерного вещества, мировое производство стали), которую студенты находят самостоятельно. Составление математической модели и решение этой задачи, с учетом дополнительных данных, дает надолго запоминающийся ответ: объем ненамного превысит один кубический сантиметр. Как справедливо замечено в свое время в книге К. И Щелкина «Физика микромира» [4, с. 6]; «мировое производство стали – в одной чайной ложке!».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимова, Н. В. Медико-экологические проблемы: ретроспективный анализ на примере Иркутской области / Н. В. Ефимова // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 3(91), ч. 1. – С. 57–61.
2. Харитонов, В. И. Экологическая безопасность и экологически обусловленная заболеваемость / В. И. Харитонов // Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов : материалы первого международного экологического форума в Рязани (11–13 мая 2017 года, г. Рязань) / ФГБОУ ВО РГТУ ; под ред. Е. С. Иванова. – Рязань, 2017. – Т. 2. – С. 187–191.

3. К вопросу изучения нанотехнологий в курсе физики / В. Ф. Малишевский [и др.] // Физика. – 2014. – № 6 (101). – С. 24–31.

4. Щёлкин, К. И. Физика микромира / К. И. Щёлкин. – М. : Атомиздат, 1965. – 224 с.

**Н. П. МОЖЕЙ**

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ MOODLE В ПРЕПОДАВАНИИ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ**

Для поддержки учебного процесса по дисциплине «Методы оптимизации» на кафедре ПОИТ в БГУИР применяется электронный образовательный ресурс на основе модульной объектно-ориентированной динамической обучающей среды (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment, Moodle). В курсе «Методы оптимизации» изучаются классические методы решения оптимизационных задач, основанные на использовании дифференциального исчисления, рассматривается линейная оптимизация (включая процесс построения математической модели, графический и симплекс-метод, транспортные задачи) и ее применение в теории игр, в сетевом планировании и управлении. Дальнейшие разделы посвящены численным методам безусловной и условной оптимизации, разбираются методы решения задач многомерной и многокритериальной оптимизации, оптимального управления.

Каждому разделу курса посвящен модуль, содержащий как материал дисциплины, так и комплекс тестирующих и контролирующих программных средств. Контроль знаний осуществляется с помощью заданий и тестов, а также с помощью защиты заданий выполненных, онлайн, для этой цели модуль «Видеоконференция BigBlueButton» позволяет создавать в Moodle ссылки на виртуальные онлайн-собрания, доступны веб-камера, презентации, показ экрана, онлайн-чат и много других необходимых функций. Для контроля знаний Moodle также дает возможность составлять тесты различных типов. Тестовые вопросы, наряду с текстом, могут содержать изображения (область допустимых планов, градиент, линии уровня, фрагменты вычислительных таблиц). Созданные вопросы содержатся в «Банке вопросов», что позволяет их использовать в дальнейшем в этой или в других дисциплинах. Как вопросы, так и тесты в целом в большинстве случаев оцениваются автоматически. До тестирования банк вопросов наполняется. Создаем категорию для каждого раздела, переходим в соответствующую категорию и нажимаем «Создать новый вопрос...», появляется окно выбора типа вопроса, в правой части окна дается описание соответствующего типа вопроса, с подробными пояснениями по типам вопросов можно также ознакомиться в официальной документации MoodleDocs [1]. Потом приступаем созданию теста, в соответствующем модуле создаем элемент «Тест» и выбираем его редактирование. Можно выбрать пункт из «Банка вопросов» либо «Случайный вопрос». В обоих случаях выбираем категорию и сами вопросы (либо

количество случайных вопросов). При желании можно устанавливать параметр «Перемешать» для отображения вопросов в случайном порядке, это позволяет избегать дублирования ответов, если один и тот же тест выполняет большое количество студентов. Есть возможность менять максимальный балл, зарабатываемый за ответ на вопрос, классифицируя вопросы по уровню сложности, и максимальную оценку за тест в целом. Другой способ создания вопросов, не включающих картинки и медиафайлы, – импорт. Он позволяет ускорить ввод вопросов, а также использовать вопросы, подготовленные ранее в других форматах, можно использовать форматы GIFT, Moodle XML, Aiken, Blackboard, Examview, WebCT и другие. Например, для импорта вопросов из формата GIFT используется любой текстовый редактор, создается файл TXT в кодировке UTF-8. Можно импортировать вопросы типов: множественный выбор, верно/неверно, на соответствие, короткий ответ, выбор пропущенных слов или числовой. В текстовом файле между вопросами необходимо оставлять пустую строку, приводится название вопроса в двойных двоеточиях (при его наличии), сам вопрос и варианты ответов, заключённые в фигурные скобки: правильные со знаком равно, неправильные – со знаком тильды. Ответы могут иметь и стоимость в процентах, в зависимости от полноты указанного варианта. Со знака «решётка» начинается комментарий преподавателя. Материал, изучаемый в курсе «Методы оптимизации», часто содержит формулы, таблицы, диаграммы и т. п., их удобно импортировать из математических редакторов. Для корректного отображения формулы создаются в LaTeX-e, также можно использовать MathType, после чего конвертировать в LaTeX, это ускоряет и облегчает механическую работу по пополнению банка вопросов. После составления теста можно выбирать для него различные настройки в зависимости от цели тестирования, в частности, фиксировать время начала и окончания, ограничение времени тестирования, выбирать формат оценивания и проходной балл, указывать количество попыток, метод выставления по результатам попыток итоговой оценки, выдавать ответы в случайном порядке, основывать последующие попытки на результатах предыдущих, сообщать информацию о правильности ответа, полученных за него баллах, приводить сам правильный ответ, давать отзывы к отдельным вопросам и к тесту в целом, тест может быть скрыт от студентов, а также становиться доступным с указанного момента студентам определенной группы либо при выполнении определенных условий (изучения каких-либо материалов, сдачи контрольных работ или тестов по предшествующему материалу). Выставление итоговой оценки автоматически по заранее определенным правилам позволяет разгрузить преподавателя от механической работы по проверке, увеличивая, однако, нагрузку на него при составлении тестов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов, А. М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle / А. М. Анисимов. – Харьков : ХНАГХ, 2009. – 292 с.

## **К РАЗРАБОТКЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРОВЫХ СИСТЕМ СЕТЕВОГО ТИПА**

Компьютерные игры, игровые приложения от локальных и сравнительно простых до сложных, ориентированных на коллективное использование в сетевых инфраструктурах, образуют отдельный сектор разрабатываемых и широко используемых видов систем специализированного программного обеспечения. Для их создания используются современные информационные технологии, инструменты разработки, развитая графика, перспективные математические модели и методы, включая интеллектуальные. Виды и классификации игр, подходы к их реализации, особенности развертывания и использования представлены в ряде источников [1–3].

Цель работы: формирование и анализ проектных решений, макетирование проектов; выработка рекомендаций по созданию игровых систем, которые могли бы применяться для организации игр в сети с использованием условных денежных единиц; создание библиотеки игр.

Рассматриваются особенности программно-информационной поддержки сетевого многопользовательского режима работы, проблемы передачи данных, синхронизации процессов игры в сети интернет для игровых систем типа "казино" [3, 4] – аналогов карточных игр (на примере игры в покер). Представлен опыт реализации соответствующей системы.

Базовые задачи: определение состава и формализация прецедентов с учетом требований к функциональным характеристикам системы; выбор сетевой архитектуры, разработка структуры компонентов системы и схем их развертывания в сети; проектирование иерархии классов, обеспечивающей функциональность игровых средств; реализация проектных решений, анализ характеристик системы.

Используемые средства, теоретический аппарат: методы проектирования систем с использованием принципов объектной модели, объектной обобщенной и порождающей парадигм; средства UML для разработки и описания решений; каркасное программирование, макетирование решений средствами Microsoft Visual Studio.

Наиболее известны реализации указанных систем на основе сайтов либо в виде мобильных приложений. Отличительные особенности проекта:

- организация по принципу “скачиваемого клиента” в виде отдельного веб-приложения с возможностью оперативного доступа через мобильные устройства, смартфоны, гаджеты как альтернатива классической компоновке игровой системы в виде сайта с доступом через стандартные браузеры;
- обеспечение онлайн режима функционирования, а при необходимости поддержка игровой системы в локальном режиме;
- соответственно базирование на клиент-серверном построении архитектуры игровой системы, где программные средства клиента предоставляются в открытом доступе, обеспечивают функционирование методов-обработчиков, поддержку бизнес-

логики пользовательских приложений, максимально разгружая средства удаленного сервера, синхронизирующего игру;

– акцентированное применение доступных, хорошо апробированных стандартных компонентов (классов, библиотек и т. д.) как для организации архитектуры проекта так и для поддержки рутинных функций;

– шифрование базы данных для предотвращения несанкционированного доступа; использование авторских алгоритмов проверки для исключения возможности нечестной игры, для определения победителей; анализ возможностей нейросетевых технологий для поддержки функций системы; обеспечение сохранности и защищенности данных, эффективности коммуникаций при работе с системой, приемлемых характеристик (времени отклика и т. д.).

Выделен и формализован на базе диаграмм UML круг типовых задач-прецедентов, составляющих функциональность таких систем: подключение, авторизация; ведение аккаунтов (создание, хранение, проверка); инициализация игровой обстановки (создание и контроль игровых комнат, столов), присоединение к игровому столу; поддержка игрового процесса в многопользовательском режиме, реализация алгоритмов выбора победителя; управление денежным компонентом (условными денежными единицами) игровой системы; обеспечение сохранности и конфиденциальности данных, устойчивости коммуникаций и игрового процесса.

Структура системы упрощенно представлена на рисунке 1.

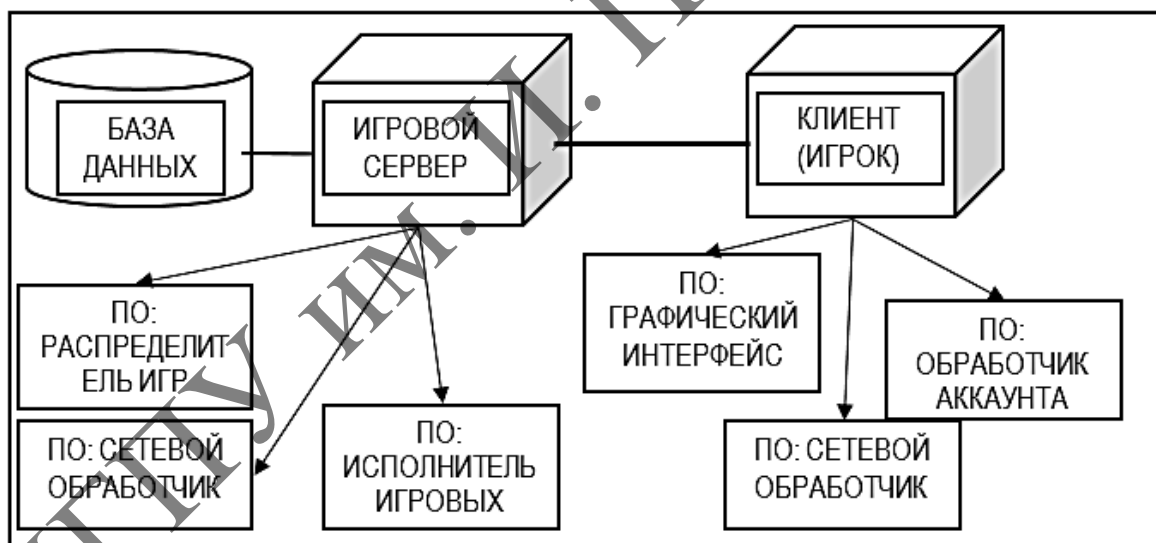


Рисунок 1. – Состав системы

Разработаны классы поддержки функциональности системы для работы с сетевыми запросами, базовый класс для обеспечения коммуникаций и работы с сетью по TCP/IP протоколам. Основные компоненты разработанной иерархии: КАРТА (Card), НАБОР\_КАРТ (CardSet), ИГРАЛЬНЫЙ\_СТОЛ (Table), СТОЛЫ (TableSet), класс (или интерфейс) ИСПОЛНИТЕЛЬ (Supervisor) и др.

Класс КАРТА хранит информацию о конкретной карте используемой колоды карт, соответственно НАБОР\_КАРТ обеспечивает хранение доступного множества

карт и карт, участвующих в раздаче, и поддерживает манипуляции с указанными множествами. Класс СТОЛ инкапсулирует свойства конкретного игрового стола (уникальный имя-идентификатор, число мест, тип имитируемой игры и т. д.), а также включает указатель на объект класса ИСПОЛНИТЕЛЬ. Объекты, отображающие состояния столов, агрегируются классом СТОЛЫ. Класс ИСПОЛНИТЕЛЬ ассоциируется с каждым столом и поддерживает функциональность конкретного типа игры, инициированной на столе (перемешать карты; начать-завершить игру; определить победителя и т. п.). Использование соответствующего базового класса (общего для игр интерфейса) обеспечивает при необходимости модифицируемость кода, добавление новых игр и настройку системы на их поддержку.

Проектные решения представлены диаграммами прецедентов, классов, компонентов, а также диаграммами развертывания компонентов в сетевой структуре узлов.

Показана эффективность использования принципов объектной разработки, применения типовых проектных решений, основанных на шаблонах группы Gang of Four OO Design Patterns [3].

Решения ориентированы на реализацию на персональных компьютерах с платформой Windows. Для паковки-распаковки сообщений, обмена данными использован формат JSON, информационная база размещена на SQL Server, данные структурированы с применением стандартных контейнеров STL, сетевое программирование проводилось на базе открытой кроссплатформенной библиотеки Boost. Asio с использованием языка visual C++ и языка CLI C++ [3, 4] для поддержки интерфейсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Компьютерные игры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/977059>. – Дата доступа: 11.09.2021.
2. Компьютерная игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная\\_игра](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_игра). – Дата доступа: 11.09.2021.
3. Доусон, М. Изучаем C++ через программирование игр / М. Доусон. – СПб. : Питер, 2016. – 352 с.

**Т. С. ОНИСКЕВИЧ**

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

### **ИНДУКЦИЯ КАК МЕТОД ДОКАЗАТЕЛЬСТВА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ И МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

Известно, что индукция является одним из методов доказательства в математике. Различают три вида индукции: математическая, полная, неполная.

Наиболее строгим методом считается метод математической индукции – метод доказательства, который по своему существу связан с понятием числа и, в первую

очередь, имеет наибольшее применение в арифметике, алгебре и теории чисел. Аксиома индукции, на которой основано доказательство методом математической индукции, является одним из положений системы аксиом Пеано, представляющей собой аксиоматическое определение натурального числа. Аксиома индукции может быть сформулирована следующим образом. Если некоторое утверждение истинно для  $n = 1$  и если из истинности этого утверждения для  $n = k$  следует, что оно истинно для  $n = k + 1$ , то утверждение будет истинно для  $\forall n \in N$ .

В курсе математики для студентов специальности «Начальное образование» будущих учителей начальных классов математическая индукция применяется для доказательства равенств, неравенств, доказательства делимости и кратности. Однако понятие числа является основным не только в теории чисел, но и во всей математике, поэтому метод математической индукции широко используется в самых различных её областях, в частности, в геометрии, математическом анализе.

В отличие от математической индукции, полная индукция состоит в рассмотрении всех возможных случаев (объектов, фигур, чисел), которые составляют конечное множество, на основе чего делается общий вывод. Причем все возможные случаи могут быть рассмотрены либо в общем виде, либо с помощью простого перебора. Например, доказывая, что произведение трёх последовательных натуральных чисел всегда кратно трем, рассматривают это произведение в общем виде  $k(k + 1)(k + 2)$ , а затем, пользуясь теоремой о делении с остатком, перебирают все возможные остатки от деления любого числа на 3, а именно: 0, 1, 2. Представляя число  $k$  в одном из следующих видов:  $k = 3q + 0$ ,  $k = 3q + 1$ ,  $k = 3q + 2$  и подставляя в произведение, в результате получают в каждом из случаев выражение, делящееся на 3.

Полная индукция используется в вышеупомянутом курсе математики, изучаемом студентами специальности «Начальное образование», при изложении некоторых фактов, например, при доказательстве основной теоремы арифметики.

Утверждения, которые делаются на основе использования полной индукции, всегда истинные, так как полная индукция является строгим методом доказательства.

Не всегда, однако, для того, чтобы убедиться в справедливости некоторого суждения, нужно перебирать все объекты. Иногда бывает так, что вывод можно сделать, основываясь на переборе лишь ограниченного числа объектов. Это неполная индукция, или такое рассуждение, при котором на основании того, что некоторые объекты совокупности обладают определенным свойством, делается вывод о том, что этим свойством обладают все объекты этой совокупности.

Для примера можно показать, что сумма цифр в десятичной записи любого числа, делящегося на 3, делится на 3. В начальной школе можно предложить учащимся рассмотреть несколько чисел, делящихся на 3, и подметить какую-нибудь общую особенность этих чисел. Можно записать 5–10 таких чисел и заметить, что сумма цифр каждого из этих чисел делится на 3. После этого естественно выдвинуть общую гипотезу: если число делится на 3, то сумма его цифр тоже делится на 3. Нужно ли (да и возможно ли) проверять все числа, делящиеся на 3? Разумеется, нет. Ведь этот признак делимости на 3 является истинным фактом, строгое доказательство которого проводится с использованием признака делимости Паскаля. Но у младших школьников

нет достаточно знаний, чтобы провести строгое доказательство, да в этом и нет необходимости. Таким образом, неполная индукция здесь является уместным методом рассуждения, дающим результат, не противоречащий научным математическим фактам.

Рассуждения по неполной индукции часто встречаются в начальном курсе обучения математике. Например, для убеждения младших школьников в справедливости переместительного закона умножения, им сначала демонстрируют несколько примеров типа  $3 \times 2 = 3 + 3 = 6$ ,  $2 \times 3 = 2 + 2 + 2 = 6$ . Затем показывают конструкцию более общего характера, основанную на нахождении площади одного и того же прямоугольника двумя способами,  $a \cdot b = b \cdot a$ . После чего предлагают «поверить» в коммутативность и запомнить математическое утверждение о справедливости переместительного закона умножения  $a \times b = b \times a$ . Очевидно, что ни один из приведенных аргументов не является логически достаточным для того, чтобы сделать вывод о справедливости переместительного закона умножения. Демонстрация некоторого (и даже большого) количества числовых примеров не является достаточной для того, чтобы утверждать, что свойство справедливо для всех пар чисел. Умозаключение, которое используется в начальной школе, выглядит так: «для некоторых пар натуральных чисел справедливо переместительное свойство умножения. Следовательно, для всех пар натуральных чисел справедливо переместительное свойство умножения».

С точки зрения логики, это умозаключение не является правильным. Но такого типа умозаключениями можно и нужно пользоваться, так как они часто являются источником правильных гипотез, укрепляют веру в истинность утверждений, которые на определенном этапе обучения нельзя обосновать строго.

Студентам, будущим учителям, необходимо помнить, что неполная индукция является методом нестрогого доказательства и рассмотрение ограниченного числа случаев выполнения некоторого факта не всегда ведет к получению истинного заключения о выполнении данного факта в каждом возможном случае. Полезным здесь является пример, который можно привести студентам при рассмотрении темы «Простые и составные числа». Если применять неполную индукцию для нахождения числового значения многочлена Эйлера  $n^2 - n + 41$  при  $n \in \mathbb{N}$ , то перебор случаев для  $n$  от 1 до 40 наталкивает на предположение, что числовое значение многочлена Эйлера является простым числом при  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Однако это предположение не верно. И уже при  $n = 41$  получаем составное число.

Подтверждением необходимости строгих доказательств является существование гипотез в математике, которые возникают как обобщения конкретных наблюдений, но истинность которых до сих пор не подтверждена доказательством (но и не опровергнута). Один из примеров – это классическая проблема Гольдбаха в теории чисел. Рассмотрим четные числа начиная с 4 и их представления в виде суммы простых.

$$4 = 2 + 2; 6 = 3 + 3; 8 = 5 + 3; 10 = 5 + 5; 12 = 7 + 5; 14 = 11 + 3.$$



Видим, что все эти числа можно представить в виде суммы двух простых. Оказывается, что это утверждение верно и для многих других четных чисел. Однако неизвестно, верно ли оно для всех четных чисел.

Итак, рассуждения по неполной индукции могут приводить к неправильным или сомнительным выводам. Однако в методике преподавания начального курса математики эти рассуждения используются в тех случаях, когда вывод не вызывает сомнений и когда нет возможности обосновать правило или закон путем строгого доказательства. Таких случаев довольно много.

Таким образом, использование студентами специальности «Начальное образование» в курсе математики различных видов индукции расширяет возможности будущих учителей в проведении строгих доказательств, в проверке истинности утверждений, а также дает возможность приобрести опыт логического обоснования математических фактов для будущей педагогической деятельности при организации процесса математического образования младших школьников.

**Д. И. ПРОХОРОВ**

ГУО МГИРО (г. Минск, Беларусь)

## **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ДИДАКТИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА**

Среди многочисленных проблем совершенствования методической подготовки учителя одной из важнейших является проблема ее непрерывности в рамках систематического повышения квалификации (согласно действующим нормативным правовым документам – не реже 1 раза в 3 года для педагогических работников учреждений общего среднего и профессионального образования; не реже 1 раза в 5 лет – высшего и дополнительного образования) и самообразования в межкурсовый период. Поскольку каждое новое поколение учащихся, имеющее свои цели и задачи обучения, требует постоянного внесения корректив в профессиональный опыт учителя. С одной стороны, педагогическая общественность заинтересована в эффективной работе системы непрерывного профессионального образования учителя математики, отвечающее современным требованиям, с другой стороны, педагогическая теория дополнительного профессионального образования недостаточно полно отвечает запросам практики.

Всестороннее изучение существующих диссертационных исследований, посвященных особенностям организации дополнительного образования взрослых, непрерывному профессиональному образованию учителей математики, использованию интернет-технологий в процессе повышения квалификации педагогических работников, дало возможность ввести следующие определения:

**Дидактический дизайн** (в контексте дополнительного образования взрослых) – целенаправленная проектная научно-методическая деятельность преподавателя

по обучению слушателей повышения квалификации навыкам разработки и внедрения дидактических структурных компонентов обучения, обладающих заданными функциональными, эстетическими и технологическими свойствами, инновационных педагогических технологий и частных методик на основе веб-ориентированных систем.

**Веб-ориентированная система дополнительного образования взрослых** – гибкая и мобильная система, которая решает задачи обеспечения образования профессиональными кадрами высокого уровня квалификации, кадровой поддержки процессов разработки инновационных частных методик обучения и их учебно-методического обеспечения на основе дидактического дизайна, удовлетворения потребностей педагогов в профессиональном совершенствовании с использованием образовательной среды, основанной на дистанционных и онлайн-технологиях.

Нами выявлена необходимость разработки комплексной практико-ориентированной *Модели методической системы повышения квалификации учителей математики на основе дидактического дизайна с использованием веб-ориентированных систем обучения*, включающей следующие структурные компоненты и научно-обоснованные направления их взаимодействия:

- цель повышения квалификации учителей математики (приращение у слушателей теоретических и практических профессиональных компетенций, способствующих осуществлению эффективной последующей педагогической деятельности);

- организационно-педагогические условия повышения квалификации на основе веб-ориентированных систем: совместная продуктивная практико-ориентированная деятельность преподавателя и слушателя; индивидуализация содержания повышения квалификации; учет профессиональных знаний и опыта слушателей в выборе форм, методов и средств повышения квалификации; интерактивность взаимодействия между преподавателем и слушателями; обобщение и выбор наиболее актуального содержания повышения квалификации; учет личностных и профессиональных особенностей слушателей и преподавателей; подбор кадрового обеспечения дополнительного образования взрослых;

- содержание повышения квалификации учителей математики должно носить опережающий, практико-ориентированный характер и определяться государственными нормативными правовыми документами, рекомендациями Министерства образования Республики Беларусь, а также запросами и потребностями педагогических кадров, состоянием современного образовательного процесса, итогами анкетирования слушателей, региональными программами развития системы образования;

- формы обучения (онлайн-лекция; практическое занятие-чат; онлайн-круглый стол; web-квест; тренинг и т. д.) [1];

- форма итоговой аттестации по завершении повышения квалификации определяется учебной программой;

- личность слушателя и личность преподавателя, педагогическое общение между которыми осуществляется на основе веб-ориентированных образовательных систем.

На данный момент в Минском городском институте развития образования нами разрабатывается учебная программа повышения квалификации учителей математики

всех квалификационных категорий по теме «Дидактический дизайн содержания обучения математики II–III ступеней обучения учащихся учреждений общего среднего образования на основе веб-ориентированных систем». Данная программа рассчитана на 80 часов обучения (с использованием системы дистанционного обучения Moodle, онлайн-сервисов 1С: образование, платформы learningapps.com и т. д.), включает разделы для самостоятельного изучения слушателями. Предполагает организацию непрерывной курсовой и межкурсовой подготовки учителей математики.

*В рамках предполагаемого эксперимента нами планируется:*

1. Выявить и обобщить современные научно-теоретические основы организации и проведения повышения квалификации учителей математики.

2. Разработать концепцию развития системы повышения квалификации учителей математики на основе дидактического дизайна, базирующуюся на теории коннективизма; личностно-ориентированном, компетентностном, кооперационном, логистическом, конструктивистском подходах к повышению квалификации; учитывающих обще- и частно-дидактические принципы обучения (фундаментальности, гуманистической направленности, сбалансированности, непрерывности, вариативности, опережающего характера содержания повышения квалификации педагогических работников) [2].

3. Разработать и внедрить в систему дополнительного образования взрослых методическую систему непрерывного повышения квалификации и самообучения учителей математики, которая включает дидактические цели, содержание повышение квалификации (структурированное на основе дидактического дизайна и размещенное в веб-ориентированных системах обучения), интерактивные формы и методы проведения занятий для слушателей и, как основные компоненты, личностные особенности слушателя и преподавателя института развития образования.

4. Выявить влияние на эффективность обучения математики учащихся проведение повышения квалификации учителей математики в институтах развития образования по теме «Дидактический дизайн содержания обучения математике на II–III ступеней обучения учащихся учреждений общего среднего образования на основе веб-ориентированных систем».

5. Обобщить и представить педагогической общественности полученные результаты исследования.

Направления работы по развитию дидактического дизайна веб-ориентированной системы дополнительного образования взрослых, требует дальнейшего всестороннего исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Прохоров, Д. И. Направления внедрения онлайн обучения / Д. И. Прохоров // Фіз.-мат. освіта. – 2020. – Вип. 3. – Ч. 1. – С. 74–79.
2. Прохоров, Д. И. Дидактический дизайн веб-ориентированной системы дополнительного образования взрослых / Д. И. Прохоров // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2021. – № 15. – С. 50–55.

**С. В. РОДИН, Ю. И. САВИЛОВА**  
БГУИР (г. Минск, Беларусь)

## **ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ**

Цель курса физики в техническом вузе – использование потенциала физических знаний для подготовки специалистов широкого профиля, способных находить творческие решения технических задач, причем порой на стыке различных наук. Знания в узкоспециальных областях быстро устаревают, поэтому актуальной становится задача акцентирования внимания обучаемых на фундаментальных принципах функционирования как физических, так и технических систем.

Понятие о взаимодействии преподавателя и студента в высшей школе – обязательный компонент, который постоянно присутствует в учебно-воспитательном процессе в ВУЗе, – это педагогическое общение и отношения между преподавателями и студентами.

Взаимодействие в сфере высшего профессионального образования – это общение между преподавателями и студентами, которое возникает в процессе реализации их личных и профессиональных интересов.

Изучение особенностей общения педагогов и студентов является одной из актуальнейших проблем и позволяет выделить характерные для них закономерности и отличительные черты на каждом новом этапе обучения студентов.

Эффективность педагогического взаимодействия на учебных занятиях зависит от множества факторов (успешного определения целей совместной деятельности, соответствия педагогической тактики конкретной задаче данного взаимодействия, активности самих студентов и т. д.). Среди них важную роль играет фактор оптимального выбора методов обучения, реализация которых в конкретных условиях образовательного учреждения дает высокий уровень качества подготовки студентов.

Современное университетское образование во всем мире переживает сложный период. Сегодня невозможно повысить качество обучения в вузе без эффективной организации самостоятельной работы студентов и методов ее контроля со стороны преподавателя. На сегодняшний день успешное внедрение нестандартных педагогических практик, в частности, в области организации и контроля за самостоятельной работой учащихся во многом базируется на использовании компьютерных сетей, электронных образовательных сред.

Опираясь на опыт разработки компьютерных образовательных технологий, можно утверждать, что достаточно высокую педагогическую эффективность имеют лишь те из них, которые обеспечивают диалоговый режим в процессе решений различных познавательных задач; имеют встроенные справочники; обеспечивают моделирование данных и выдачу индивидуальных заданий; проводят оперативное и текущее тестирование на основе специального банка меняющихся вопросов и ответов; предусматривают прерывание и продолжение работы; оценивают работу студента, учитывая количество вопросов, ошибок и повторных ошибок; хранят для преподавателя и студента результаты учебной работы.

Это позволяет сформулировать следующие дидактические требования к современным технологиям обучения. Они должны:

- обеспечивать каждому студенту возможность обучения по оптимальной индивидуальной программе, учитывающей в полной мере его познавательные способности, мотивы, склонности и др. качества;
- оптимизировать содержание учебной дисциплины, сохраняя и обогащая знания, включенные в государственную программу;
- оптимизировать соотношение теоретической и практической подготовки будущих специалистов, интенсифицировать процесс обучения;
- сокращать психическую и физиологическую нагрузку студентов.

Электронные образовательные среды строятся по принципу гипертекста, представляющего собой массив, на котором заданы и автоматически поддерживаются ассоциативные и смысловые связи между выделенными элементами, понятиями, терминами или разделами. В тексте тем или иным способом подчеркиваются определенные слова, которые при желании можно "раскрыть" и получить дополнительную информацию. Гипертекст не сводится лишь к вербально представленной информации. Он может содержать иллюстрации, анимацию, аудио- и видеофрагменты.

Таким образом, пользователь имеет дело с электронной книгой, которую можно не просто листать, но и просматривать вдоль ее ассоциативных связей в любых направлениях, быстро переходя к расшифровке терминов или участкам текста, раскрывающим смысл понятий. Гипертекст помогает быстро уяснить определения и наглядно проследить все смысловые связи набора понятий изучаемой темы, охватив ее как бы "одним взглядом". Обучение происходит путем "навигации" по гиперссылкам, как по смысловым географическим картам понятий в процессе их чтения.

Тем самым использование электронных образовательных сред на основе компьютерных технологий способствует переходу к подходу образования – системе эффективного учения, призванной обеспечить не столько должную информированность студента в определенной области знаний, сколько сформировать эффективную мотивацию к ее постоянному обновлению и расширению как на студенческой скамье, так и в будущей профессиональной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Родин, С. В. Электронные образовательные среды в организации и контроле самостоятельной работы студентов / С. В. Родин, Н. К. Кисель, М. С. Сергеева-Некрасова // V Международная науч.- метод. конф. «Высшее техническое образование: проблемы и пути развития». – Минск : БГУИР, 2010.

**А. И. СЕРЫЙ**

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

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЛОК-СХЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

При изучении раздела «Электродинамика» курса теоретической физики студенты специальности «Физика и информатика» традиционно испытывают трудности при решении задач, причем тенденция к улучшению ситуации не наблюдается. Один из подходов, призванных повлиять на решение проблемы, заключается в использовании блок-схем с подстановками и следствиями. В качестве примера рассмотрим задачу [1, с. 51].

*Электрический заряд электронного облака в атоме водорода распределен с плотностью  $\rho(r) = -q_0(\pi a^3)^{-1} \exp(-2r/a)$ , где  $a$  – радиус первой борновской орбиты,  $q_0$  – элементарный заряд,  $r$  – расстояние от ядра атома до точки наблюдения. Найти энергию взаимодействия  $W$  электронного облака с ядром.*

Приступая к решению, введем обозначения:  $\varphi_p$  – потенциал, создаваемый ядром (протоном),  $dV$  – элемент объема,  $dr$  – толщина сферического слоя. Соответствующая блок-схема представлена на рисунке 1, где тонкие стрелки соответствуют подстановкам, а жирные – следствиям.

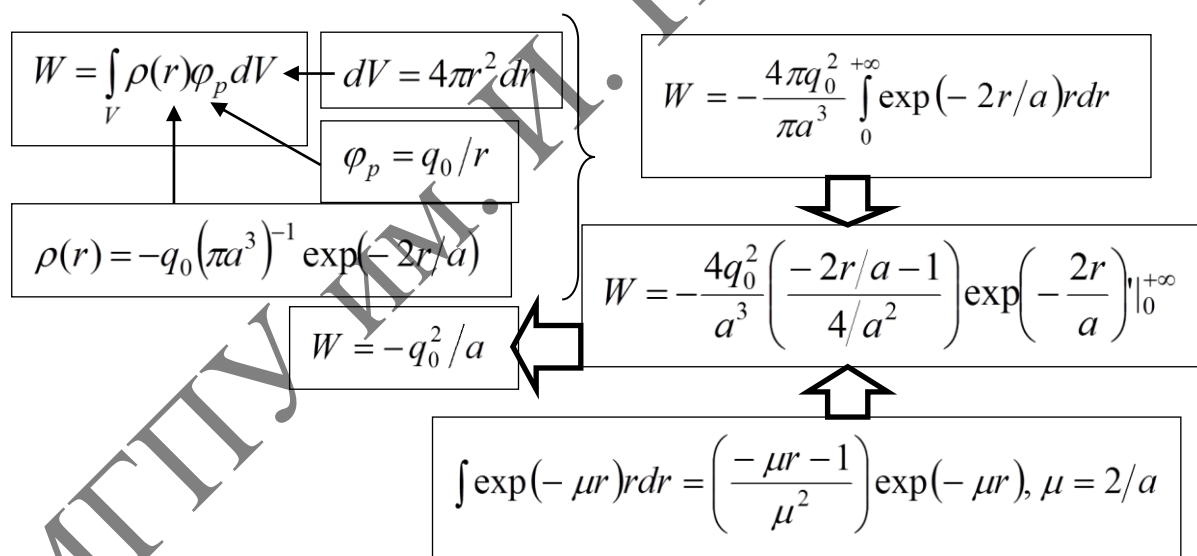


Рисунок 1. – Блок-схема решения задачи

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гречко, Л. Г. Сборник задач по теоретической физике : учеб. пособие для вузов / Л. Г. Гречко [и др.]. – М. : Высш. шк., 1981. – 319 с.

**А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ**

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

## **К МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

При изучении дисциплины «Основы математического моделирования» (ОММ) можно применять разные подходы к его структуризации. К примеру, в пособиях [1; 2] первичен, как правило, вопрос о том, к какой области науки (физика, химия, биология, экономика) относится изучаемая модель, а вопрос об универсальности математических моделей хоть и затрагивается, но не играет главенствующей роли в построении курса. В качестве других классификационных признаков можно назвать методы построения математических моделей и методы их исследования.

В основу еще одного подхода к структуризации курса ОММ могут быть положены типы уравнений, описывающих математические модели (т. е. делается опора на слово «математическое», присутствующее в названии дисциплины). В этом случае можно выделить модели, описываемые:

а) трансцендентными уравнениями (например, задача о положении равновесия бруска, находящегося на гладкой сферической поверхности и закрепленного на пружине);

б) обыкновенными дифференциальными уравнениями (ОДУ) первого порядка и системами таких уравнений с различными типами краевых задач (например, задача о полете тела в переменном гравитационном поле с учетом сопротивления атмосферы);

в) ОДУ второго порядка (когда тип краевой задачи не позволяет свести ее к системе ОДУ первого порядка);

г) дифференциальными уравнениями в частных производных (ДУЧП) и системами таких уравнений;

д) интегральными и интегро-дифференциальными уравнениями и системами таких уравнений.

При таком подходе возникают следующие замечания:

1. Не для всякого из перечисленных типов уравнений легко подобрать предметы из всех перечисленных выше предметных областей.

2. При изучении ОММ студентами специальности «Компьютерная физика» нет смысла тратить время на разбор тех примеров физического содержания, в которых соответствующие уравнения имеют аналитическое решение, поскольку такие модели изучаются в курсе физики; аналитические решаемые модели биологического и др. содержания могут быть оставлены, поскольку студенты указанной специальности не смогут с ними познакомиться в рамках каких-либо других дисциплин.

3. Исследования моделей, описываемых системами ДУЧП, могут представлять собой настолько сложные задачи, что их полноценное решение возможно в рамках курсовой или дипломной работы, но никак не одного-двух лабораторных занятий.

4. С учетом того, что ОММ изучаются студентами указанной специальности на втором курсе, когда еще не пройден весь курс физики и не закреплены знания по численным методам (которые могут понадобиться, поскольку системы

компьютерной математики справляются еще не со всеми типами задач, решаемых численно), даже не все модели физического содержания могут быть рассмотрены в рамках данной дисциплины.

5. Из предложенной классификации выпадают задачи, относящиеся к моделированию случайных процессов с использованием случайных чисел (например, случайное блуждание).

Еще один важный вопрос связан с различными типами визуализации, которые могут сопутствовать математическому моделированию. Соответствующая сравнительная характеристика, представленная в таблице 1, является дополнением к публикации [3, с. 53].

Таблица 1. – Разновидности визуализации при моделировании

Что подвергается визуализации		Сам моделируемый объект или процесс	Зависимость одних физических величин от других
Возможен ли при этом и соседний вариант визуализации		да, если моделирование математическое	да, если это запрограммировано
Пример	основная задача	движение молекул в сосуде	зависимость координат и скорости от времени при полете тела в атмосфере
	и при этом можно заодно	найти зависимость координат и скорости от времени для каждой молекулы (если их не очень много в модели)	визуализировать сам полет (не путать с визуализацией траектории как статического изображения, так как это относится к предыдущему типу)
Можно ли достичь внешне похожего результата в основной задаче, не прибегая к математическому моделированию		да, в рамках имитационного моделирования (с использованием систем компьютерного 3D-моделирования, OpenGL и др. средств)	нет

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. – М. : Издательство Юрайт, 2020. – 133 с.

2. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М. : Физматлит, 2001. – 320 с.

3. Серый, А. И. О различии между моделированием и визуализацией в физике / А. И. Серый // Современные научные проблемы и вопросы преподавания теоретической и математической физики, физики конденсированных сред и астрономии : сб. материалов VIII Респ. науч.-практ. конф., Брест, 21 окт. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. В. Демидчика. – Брест, 2021. – С. 53.



**Г. Ф. СМЕРНОВА**

БГУИР (г. Минск, Беларусь)

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ФИЗИКЕ (ОТ ПРОСТОГО К СЛОЖНОМУ)**

Практические занятия по физике направлены прежде всего на углубление научно-теоретических знаний. Они обеспечивают связь теории и практики, способствуют развитию навыков применения знаний, полученных на лекциях, способствуют развитию умений самостоятельной работы. Практические занятия – это один из методов обучения, в данном случае физике.

Цель практического занятия – формирование у студентов целостного представления о физике и профессионального подхода к решению задач. Первым шагом к практическим занятиям безусловно являются лекции. Именно на лекциях формулируются проблемы, которые находят решение на практических занятиях. Таким образом, лекции и практические занятия должны быть методически связаны. Ошибочно считать, что практические занятия проводятся только с целью получения навыков решения задач. Они проводятся прежде всего с целью углубления понимания и закрепления изучаемого материала. Наряду с этим практические занятия помогают студентам приобрести навыки решения практических задач и формируют умение работать самостоятельно. Поэтому содержание практических занятий и методика их проведения должны обеспечивать развитие творческой активности студентов.

Основным элементом практического занятия является задача или проблема, предлагаемая студентам для решения. Разрабатывая методику проведения практических занятий, на кафедре физики БГУИР исходили из того, что набор задач, предлагаемых студентам на практических занятиях, не должен быть набором простых задач. Такие задачи нужны для того, чтобы после приобретения навыков решения простых задач студенты могли перейти к решению более сложных и даже проблемных задач.

Легкие задачи, как правило, рассчитаны на репродуктивную деятельность, то есть на простое воспроизведение действий, необходимых для закрепления в памяти алгоритма решения подобных задач на заданную тему. Начиная с решения простых задач, студенты должны переходить к решению более сложных, чтобы репродуктивная деятельность сменялась на продуктивную. Для повышения эффективности практических занятий необходимо также учитывать тот фактор, что практические занятия проводятся с группой студентов, которые обладают индивидуальными особенностями.

С учетом всего вышесказанного на кафедре физики были разработаны методические указания для каждого практического занятия по темам, предусмотренным рабочими программами. В случае изучения физики в течение одного семестра в методическую разработку включены темы: «Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела»; «Динамика материальной точки»; «Динамика механических систем и законы сохранения»; «Динамика твердого тела»; «Колебания и упругие волны»; «Электростатическое поле в вакууме»; «Статическое магнитное поле». В случае изучения физики в течение двух семестров методические указания

дополняются темами: «Движение заряженных частиц»; «Явление электромагнитной индукции»; «Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом»; «Потенциальные ямы и барьеры».

На практическом занятии каждый студент получает разработку, которая структурирована следующим образом. В ней приводятся:

- алгоритм решения типовой задачи;
- пример решения типовой задачи на основе алгоритма (или нескольких типовых задач: прямой и обратной);
- набор задач категории А (простые задачи, решаемые по алгоритму-репродуктивная деятельность);
- набор задач категории В (задачи повышенной трудности, требующие продуктивного подхода).

При такой организации практических занятий студенты заняты на протяжении всего занятия напряженной работой, поисками правильных и точных решений, проявляя свои индивидуальные способности, работая в своем временном режиме.

В начале занятия преподаватель задает студентам ряд контрольных вопросов по теории, ориентируя их тем самым в материале, который выносится на данное занятие. Особый интерес у студентов вызывают качественные вопросы и задачи, которые, как правило, не требуют математических выкладок, зато требуют не только понимания физических законов, но и проявления сообразительности. Такие вопросы и задачи, безусловно, предполагают проработку теоретического материала, прослушанного на лекции, с одной стороны, с другой же стороны, предваряют решение обычных задач. После такого введения в практическое занятие студенты переходят к самостоятельной работе, которая контролируется преподавателем.

Преподаватель оказывает помощь студентам в том случае, если это требуется, таким образом индивидуально работая с каждым. При этом акцент делается на самостоятельную работу студента. Задача, решение которой вызвало затруднение у большинства студентов, может быть разобрана на доске преподавателем с участием студентов. Основная цель такой организации практического занятия – это не только стремление научить студента решению задач, главное научить студента думать.

**И. Ф. СОЛОВЬЁВА**

БГТУ (г. Минск, Беларусь)

## **ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Природа так позаботилась о нас, что повсюду ты находишь, чему учиться

Леонардо да Винчи

Вот уже третий год земной шар находится под влиянием пандемии коронавируса. В прошлом учебном году лекции были полностью переведены на систему дистанционного обучения (СДО) и стали проводиться в системе (СДО),

в форме конференций в сервисах Zoom и Microsoft Teams, а на практические и лабораторные занятия студенты, не написавшие заявления о переходе на «удаленку», занимались в обычном режиме [1].

Но этот год не прошел даром. Понимая, как важна информация в СДО, наши преподаватели кафедры высшей математики Белорусского государственного технологического университета усовершенствовали лекционный и практический материал и выложили его в открытый доступ для студентов.

В качестве таких материалов были созданы и уже активно используются «Электронные учебно-методические комплексы» (ЭУМК) в системе дистанционного обучения [2]. Каждый студент нашего вуза с самого начала учебного года был подписан на СДО и пользуется любой его информацией. ЭУМК уже подготовлены и выложены в свободный доступ для нескольких специальностей.

ЭУМК по учебной дисциплине «Высшая математика» разработан на основании статьи 94 Кодекса Республики Беларусь об образовании.

Его целью является, во-первых, совершенствование научно-методического обеспечения высшего образования. Это можно объяснить тем, что в лекционном материале тема излагается проще и доступнее, упор делается на ее главные моменты. Ведь каждый преподаватель преподносит свой материал так, чтобы студент смог понять его. Кроме этого, практические задания представлены с подробно разобранными примерами, что также работает в пользу студента. Во-вторых, повышается эффективность самостоятельной работы студентов. Это понятно, ведь студенту нужно сесть за компьютер и самостоятельно самому не только прочитать, но и разобраться в новом материале. А это дорогого стоит, ведь ключевым словом здесь является слово «самостоятельно».

Из этих двух пунктов вытекает повышение качества образования каждого студента, что и составляет повышение образования в целом. У них формируются математические знания, умения и навыки построения моделей процессов и ситуаций, часто встречающиеся в практической деятельности будущих инженеров.

ЭУМК представляет собой системную объемную учебно-методическую разработку, отвечающую целям и задачам учебной дисциплины. Он направлен на повышение эффективности учебного процесса и совершенствования знаний студентов по высшей математике – основному фундаментальному предмету для студентов технических и инженерных специальностей.

В электронный учебно-методический комплекс входят следующие разделы: теоретический с подробным конспектом лекций, практический (задачи и примеры по каждой теме, в том числе с подробно представленными решениями), контроль знаний представлен в виде тестов и тренировочных контрольных работ и вспомогательный, состоящий из учебной программы, справочных материалов и необходимых таблиц. Задания, входящие в ЭУМК, используются также при подготовке к контрольным работам, проводимым в аудитории, и часто включаются в экзаменационные билеты, что составляет особую ценность для любого студента.

Подбирая материал и составляя лекционную и практическую часть, мы использовали уровневый подход к изложению материала, уже много лет существующий на нашей кафедре высшей математики.

И хотя пандемия еще продолжается, наши студенты сейчас учатся в обычном режиме. Но преимущество у ЭУМК наглядно демонстрирует его предназначение, ведь из него студенты часто получают домашние задания, выполняют тесты и готовятся к экзаменам.

Пригодится электронный учебно-методический комплекс и студентам заочного отделения. Они тоже все подписаны в СДО. Теперь с его разработкой и внедрением в учебный процесс они свободно могут пользоваться открытым доступом к лекционным и практическим заданиям, просматривать и разбираться в них перед сессией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волк, А. М. Повышение творческих возможностей студентов при изучении высшей математики / А. М. Волк, И. Ф. Соловьева // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы V Междунар. науч. конф., г. Красноярск, 21–24 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Сиб. федер. ун-т ; под общ. ред. М. В. Носкова. – Красноярск, 2021. – Ч. 1. – С. 99–103.

2. Соловьева, И. Ф. ЭУМК по учебной дисциплине «Высшая математика» [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для студентов специальности МОЛК очной и заочной формы обучения / Бел. гос. технологический ун-т ; И. Ф. Соловьева, М. В. Чайковский. – Минск: БГТУ, 2021. – 27 МБ, формат-pdf. Рег. № 1006.

**О. В. СТАРОВОЙТОВА, Д. А. ИВАНЕНКО**

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

#### **ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ 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 соответственно коррекционную работу.

Условно контроль знаний 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 курса.

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, цепочки 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, определяемых 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 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) $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ 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

В нашем университете система тестирования реализуется на базе CMS Moodle. Встроенный элемент CMS Moodle формирует тестовые задания различных типов в виде конкретных вопросов. При завершении теста система Moodle предоставляет не только оценку, но и анализ верных и неверных ответов, чтобы студент мог не только получить объективные данные о своем уровне знаний по данной теме, но и увидеть свои ошибки.

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.

**Т. Л. СУРИН, Ж. В. ИВАНОВА**

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

#### **ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

В современном обществе, где возникают новые отрасли производства, внедряются новые технологии, растет конкуренция, работодатели испытывают потребность в компетентных специалистах, имеющих опыт работы в данной сфере, которые могут квалифицированно выполнять порученные им задания. К сожалению, на сегодняшний день многие выпускники вузов при приеме на работу испытывают определенные трудности в адаптации к новым условиям деятельности. Для их профессионального становления требуется определенное время, дополнительная подготовка. Основной проблемой является плохое знание молодыми специалистами специфики будущей профессиональной деятельности и отсутствие умений решения практических задач в этой сфере.

В Республике Беларусь этот вопрос неоднократно обсуждался на самом высоком уровне. В частности, в 2017 году вопросу адаптации молодых специалистов было посвящено совместное заседание Республиканского совета ректоров вузов и Совета директоров учреждений профессионально-технического и среднего специального образования. В Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года говорится, что одной из основных задач развития высшего образования в Республике Беларусь является обеспечение повышения качества практико-ориентированной подготовки специалистов. Подчеркивается необходимость «эффективного взаимодействия с организациями-заказчиками кадров, формирования у выпускников УВО востребованных на рынке труда универсальных и профессиональных компетенций» [1].

В учебном заведении должна быть разработана система практико-ориентированного обучения, охватывающая все структуры, имеющие отношение к учебному процессу. В частности, к данной работе должны быть привлечены не только кафедры, осуществляющие подготовку по специальным дисциплинам и отвечающие за организацию практики, но и кафедры, осуществляющие общую подготовку студентов.

Факультет математики и информационных технологий ВГУ имени П. М. Машерова готовит специалистов разной направленности. На факультете осуществляется набор на 6 IT-специальностей: «Информационные системы и технологии в здравоохранении», «Управление информационными ресурсами (в экономике)», «Прикладная информатика (программное обеспечение компьютерных систем)», «Прикладная информатика (вэб-программирование и компьютерный дизайн)», «Программное обеспечение информационных технологий», «Прикладная математика (научно-педагогическая деятельность)». Возобновлен набор на две педагогические специальности «Математика и информатика», «Физика». Поэтому изучение одной и той же дисциплины на различных специальностях должно вестись с учетом будущей профессии студентов.

Так, при преподавании дисциплин математического профиля студентам, приобретающим педагогическую специальность, преподаватели кафедры геометрии и математического анализа особое внимание уделяют формированию компетенций, необходимых для их будущей профессиональной деятельности.

Связь изучаемого материала с материалом, входящим в школьную программу, рассматривается или непосредственно на занятиях, или при подготовке рефератов и докладов студентами. При этом на практических занятиях преподаватель старается найти время для рассмотрения задач, которые молодой специалист сможет использовать как на уроках математики, так и при проведении факультативных занятий, при подготовке школьников к олимпиадам, в организации проектной деятельности. Такой подход позволяет студентам оценить практическую значимость приобретаемых знаний.

Поскольку каждый педагог – это лектор, то на занятиях большое внимание уделяется развитию навыков устной речи. Это происходит при написании рефератов, курсовых работ и их защите. В начале практических занятий обязательно проводится устный опрос. В рамках недели факультета математики и информационных технологий студенты проводят занятия или в своей группе, или на младших курсах.

В процессе чтения лекций и проведения практических занятий преподаватели стремятся сочетать традиционные и современные методы обучения, такие как интерактивная лекция, проблемное обучение, групповая работа, исследовательская деятельность, что не только повышает заинтересованность студентов процессом обучения, но знакомит будущих учителей с новыми образовательными технологиями, которые они смогут использовать в будущей профессиональной деятельности.

Предлагаются курсовые и дипломные работы, имеющие методическую направленность. При их выполнении студенты не только изучают новый материал, т. е.



получают знания, но и рассматривают методы преподавания этого материала, анализируют их и при возможности отрабатывают при прохождении практики в школе.

При чтении лекций и проведении практических и лабораторных занятий на специальностях, связанных с информационными технологиями, большое внимание уделяется прикладным задачам. Подчеркивается необходимость владения численными методами решения таких задач и применения компьютерной техники. Специалисты, работающие в сфере информационных технологий, должны уметь применять в своей деятельности современный математический аппарат, строить математические модели прикладных задач и создавать программный продукт для их обработки. Поэтому большую роль в формировании этих умений играют такие дисциплины, как прикладная математика, методы оптимизации, исследование операций, на которых рассматриваются задачи из области экономики, теории управления производством, распределения ресурсов, теории игр и т. д. Решая такие задачи, создавая компьютерные программы для реализации алгоритма решения, студенты приобретают опыт, необходимый им в будущем. У них формируется устойчивый интерес к своей будущей профессии, понимание ее сущности и социальной значимости.

Задания курсовых работ для студентов IT-специальностей включают в себя элементы исследовательской деятельности. Дипломные работы часто выполняются по заявкам сторонних организаций. При этом в качестве таких организаций часто выступают компании, в которых студент проходил практику и в которых он предполагает в будущем работать, т. е. организации-заказчики кадров. Такая практика дает возможность работодателям лучше изучить будущих специалистов. Разработанные программные продукты внедряются в производство, что подтверждается актами внедрения.

В результате выполнения курсовых и дипломных работ студент не просто изучает какой-то новый теоретический материал, а учится мыслить, высказывать новые идеи. Студенты сталкиваются с необходимостью изучить новые популярные веб-технологии, технологии для серверной части, другие языки программирования. При этом они учатся планировать свою деятельность, обсуждать получаемые результаты, высказывать свое мнение, знакомятся с основами профессиональной деятельности.

Практико-ориентированный подход позволяет еще на ранних стадиях обучения выработать у студентов мотивированное отношение к учебе, заинтересованность в приобретении теоретических знаний, а также профессиональных умений и навыков. Это позволяет им быстрее адаптироваться в новой профессии и делает наших выпускников востребованными на рынке труда.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 нояб. 2021 г., № 683 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100683&p1>. – Дата доступа: 02.02.2022.

**В. А. ШИЛИНЕЦ**

УО ФПБ Международный университет «МИТСО» (г. Минск, Беларусь)

**О РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ  
БИЗНЕС-АНАЛИЗА И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
МЕЖДУНАРОДНОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИТСО»**

Совершенствование высшего экономического образования является одной из актуальнейших задач, от решения которой зависит успешность в реализации планов развития экономической сферы нашего государства. Важнейшая роль в профессиональной подготовке специалистов экономического профиля в УВО отводится математическим дисциплинам.

Математическая подготовка студентов экономического профиля должна рассматриваться как важнейшая составляющая в системе базовой подготовки современного специалиста в данной области, первоочередной задачей которой становится качественная подготовка обучающихся, ориентированная на развитие умения самостоятельно добывать и применять знания в профессиональной практической деятельности.

Кафедра бизнес-анализа и математического моделирования Международного университета «МИТСО» обеспечивает организацию образовательного процесса по учебной дисциплине «Математика» для студентов специальности «Информационные системы и технологии (в экономике)» и по дисциплине «Высшая математика» для обучающихся по специальностям «Логистика», «Менеджмент», «Маркетинг», «Экономика и управление на предприятии», «Мировая экономика», «Управление информационными ресурсами» и «Финансы и кредит».

Очевидно, что без качественного учебно-методического обеспечения образовательного процесса по указанным выше учебным дисциплинам невозможна эффективная работа преподавателей и студентов при любой форме получения высшего образования.

На кафедре бизнес-анализа и математического моделирования УО ФПБ Международный университет «МИТСО» ведется значительная работа по созданию учебно-методического сопровождения образовательного процесса. Была запланирована разработка и издание учебно-методического пособия «Практикум по высшей математике» в 4-х частях. На данный момент для студентов специальностей «Экономика и управление на предприятии», «Менеджмент», «Маркетинг», «Логистика», «Финансы и кредит», «Мировая экономика» изданы все части указанного выше учебно-методического пособия [1–4].

Изданное учебно-методические пособие [1] содержит упражнения по следующим темам высшей математики: «Матрицы», «Системы линейных уравнений и неравенств», «Аналитическая геометрия на плоскости», «Элементы аналитической геометрии в пространстве», «Числовая последовательность и ее предел», «Предел функции одной переменной», «Непрерывные функции одной переменной»,

«Производная и дифференциал функции одной переменной», «Основные теоремы о дифференцируемых функциях», «Приложения дифференциального исчисления».

Учебно-методическое пособие [2] – это сборник задач и упражнений по разделам «Дифференциальное исчисление функций многих переменных», «Интегральное исчисление функций одной переменной», «Интегральное исчисление функций многих переменных», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Числовые и функциональные ряды», «Ряды Фурье» учебной дисциплины «Высшая математика».

Учебно-методическое пособие [3] является сборником задач и упражнений по разделам «Теория вероятностей», «Математическая статистика».

Пособие [4] – сборник задач и упражнений по разделу «Математическое программирование» учебной дисциплины «Высшая математика».

Главная цель изданных пособий состоит в том, чтобы способствовать глубокому усвоению теории, развитию конкретного математического мышления студентов, привитию им навыков решения примеров и задач.

Потребность в новых знаниях возникает у студентов только в случае осознания их значимости для будущей профессиональной деятельности. Решение профессионально-ориентированных задач в процессе изучения математики и демонстрирует студенту степень необходимости владения математическими знаниями. Именно задачи такого типа и включены в изданные пособия.

Указанные учебно-методические пособия позволяют организовать аудиторную и самостоятельную работу студентов, реализуя принципы непрерывности математической подготовки и дифференцированного подхода в обучении.

В учебной литературе, рекомендованной для изучения теории функций комплексной переменной (ТФКП), имеется много содержательных учебников и учебных пособий, авторами которых являются известные ученые-математики. Однако большинство из них не приспособлено как по объему, так и по выбору и распределению материала к учебной программе по дисциплине «Математика» для специальности «Информационные системы и технологии (в экономике)». К настоящему времени написано мало пособий по решению задач ТФКП. Данные проблемы стали основанием для написания книги [5].

Дифференциальные уравнения являются одним из основных математических понятий, наиболее широко применяемых при решении практических задач. В соответствии с учебной программой по учебной дисциплине «Математика» для специальности «Информационные системы и технологии (в экономике)» было разработано и издано учебно-методическое пособие [6], в котором содержатся задачи и упражнения по разделу «Дифференциальные уравнения и системы» учебной дисциплины «Математика». Основная задача, которую ставил перед собой автор, заключается в обучении студентов основным методам интегрирования наиболее часто встречающихся в теории дифференциальных уравнений и ее приложениях типов обыкновенных дифференциальных уравнений.

Следует заметить, что благодаря применению разработанного методического обеспечения огромное количество студентов имеет возможность повысить свой образовательный уровень по учебным дисциплинам «Высшая математика»

и «Математика», что в условиях сокращения часов на лекции и практические занятия имеет огромное значение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шилинец, В. А. Практикум по высшей математике : учеб.-метод. пособие : в 4 ч. / В. А. Шилинец, П. И. Кибалко, В. В. Подгорная. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2017. – Ч. 1. – 136 с.

2. Шилинец, В. А. Практикум по высшей математике : учеб.-метод. пособие : в 4 ч. / В. А. Шилинец, П. И. Кибалко, В. В. Подгорная. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2018. – Ч. 2. – 232 с.

3. Шилинец, В. А. Практикум по высшей математике : учеб.-метод. пособие : в 4 ч. / В. А. Шилинец, П. И. Кибалко, В. В. Подгорная. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2019. – Ч. 3. – 176 с.

4. Практикум по высшей математике : учеб.-метод. пособие : в 4 ч. / В. А. Шилинец [и др.]. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2021. – Ч. 4. – 104 с.

5. Шилинец, В. А. Функции комплексной переменной: практикум : учеб.-метод. пособие / В. А. Шилинец, С. М. Гардейчик. – Минск : Междунар. ун-т «МИТСО», 2020. – 106 с.

6. Шилинец, В. А. Дифференциальные уравнения и системы: практикум : учеб.-метод. пособие / В. А. Шилинец. – Минск : Международный университет «МИТСО», 2022. – 68 с.

**Н. П. ЮРКЕВИЧ<sup>1</sup>, Г. К. САВЧУК<sup>1</sup>, А. П. АХМЕДОВ<sup>2</sup>,  
С. Б. ХУДОЙБЕРГАНОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>БНТУ (г. Минск, Беларусь)

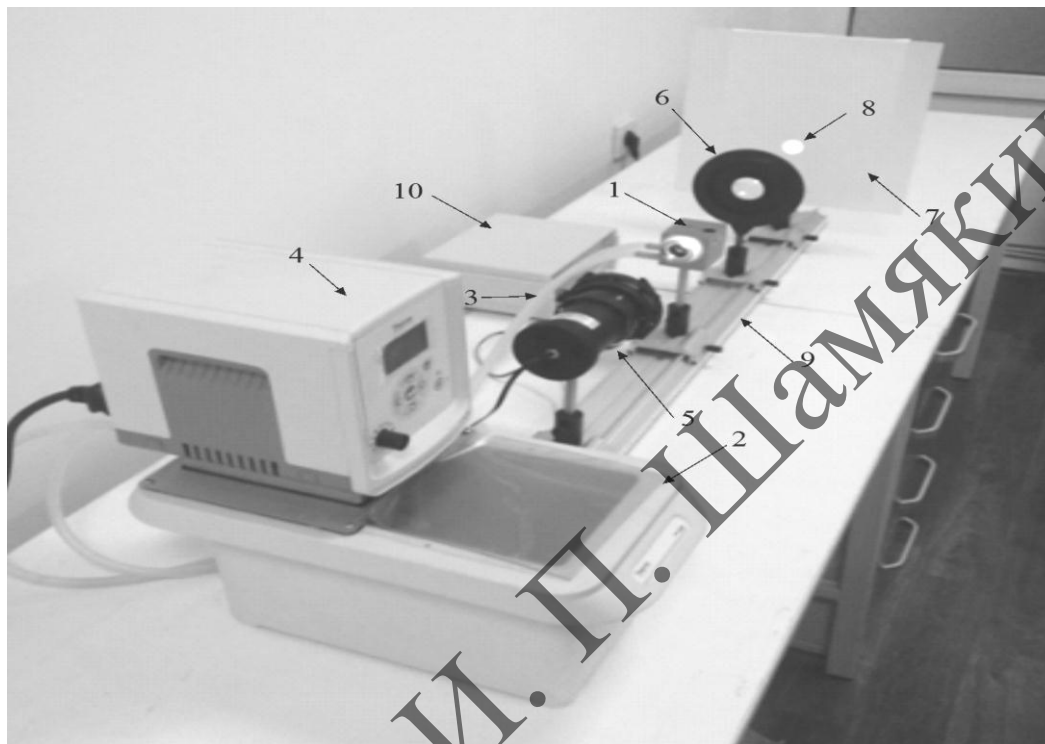
<sup>2</sup>УО ТГТУ (г. Ташкент, Республика Узбекистан)

#### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЕЩЕСТВА В ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ В ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ**

Целью данной работы является разработка лабораторного и методического сопровождения для изучения свойств реального газа в физическом практикуме, направленного на формирование научно-исследовательских навыков у студентов технических вузов.

При проведении лабораторного физического практикума важной задачей является формирование у студентов навыков научно-исследовательского анализа данных, полученных в ходе проведения эксперимента, используя различные приближения и физические модели. В частности, такой подход реализован в работах [1–3].

В данной работе разработана методика решения подобной задачи на примере изучения термодинамики реального газа вблизи критического состояния. В качестве исследуемого вещества используется фторид серы  $\text{SF}_6$ , температура критического состояния которого находится вблизи комнатной  $T_{\text{кр}} = 318,7 \text{ К}$ . Значения для давления и молярного объема в критическом состоянии фторида серы  $\text{SF}_6$  соответственно равны:  $p_{\text{кр}} = 37,6 \text{ атм} = 3,81 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ;  $V_{\text{кр}} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{моль}$ .



**Рисунок 1. – Экспериментальная установка для наблюдения вещества в критическом состоянии:**

**1 – барокамера; 2 – парогенератор; 3 – силиконовые трубки; 4 – термостат замкнутого цикла; 5 – лампа с конденсором; 6 – фокусирующая линза; 7 – экран; 8 – изображение отверстия барокамеры на экране; 9 – рельса для штативов; 10 – трансформатор**

На рисунке 1 представлен вид экспериментальной установки, которая используется для визуального наблюдения вещества в жидком и газообразном состояниях, а также для изучения процесса перехода «жидкость – газ» и определения на эксперименте критической температуры.

Величина плотности фторида серы  $\text{SF}_6$  в критическом состоянии близка к среднему значению плотности жидкости и ее пара при комнатной температуре, поэтому при нагревании система «жидкость-пар» пройдет через критическую точку.

Наблюдая фазовый переход «жидкость – газ» в критической точке при нагревании и охлаждении вещества в барокамере, студенты фиксируют цвет вещества при температурах ниже критической точки, в критической точке и выше критической точки. Экспериментально определяют величину температуры в самой критической точке, выполняя несколько наблюдений в режимах нагрева от более низких температур до температур выше критической, и охлаждения – от температур выше критической до

более низких температур, чем значение критической температуры. Значение критической температуры определяется по визуальному исчезновению границы раздела жидкой и газообразной фаз. Эксперимент повторяется несколько раз, поэтому критическая температура вещества определяется как среднее значение полученных при каждом измерении температур.

Для реализации исследовательского принципа в данной работе студентам необходимо рассчитать давление газа  $p$  для фторида серы  $\text{SF}_6$  вблизи критического состояния при заданной температуре  $T$  выше критической  $T_{\text{кр}}$ , используя уравнение состояния идеального газа, уравнение Ван-дер-Ваальса [4] и уравнение Редлиха-Квонга [5].

Уравнение состояния Редлиха-Квонга является обобщением эмпирических данных и согласно [4, 5] имеет вид

$$P = \frac{RT}{V-d} - \frac{c}{T^{0,5}V(V+d)},$$

где  $P$  – давление;  $T$  – температура;  $V$  – молярный объем;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $c$ ,  $d$  – константы для данного вещества.

Константы  $c$ ,  $d$  определяются через значения критических параметров давления  $P_{\text{кр}}$  и температуры  $T_{\text{кр}}$ :

$$c = \frac{0,42748R^2 T_{\text{кр}}^{2,5}}{P_{\text{кр}}},$$

$$d = \frac{0,08664RT_{\text{кр}}}{P_{\text{кр}}}.$$

Уравнение Редлиха-Квонга является одним из наиболее часто используемых для практических расчетов термодинамического состояния газов, в том числе и газовых смесей [6].

Для проведения сравнительного анализа адекватности модели идеального газа, модели реального газа Ван-дер-Ваальса и обобщенной эмпирической модели Редлиха-Квонга по экспериментально полученным значениям  $T_{\text{кр}}$  студенты проводят расчет для фторида серы  $\text{SF}_6$  поправок Ван-дер-Ваальса  $a$  и  $b$ , констант  $c$ ,  $d$  в уравнении Редлиха-Квонга.

Затем студентам, используя значения полученных констант, необходимо произвести вычисления величин давлений  $p$  фторида серы  $\text{SF}_6$  по уравнениям Ван-дер-Ваальса и Редлиха-Квонга для реального газа и уравнению состояния идеального газа. Сравнивая полученные после вычислений данные между собой и со значением критического давления  $p_{\text{кр}}$  для фторида серы  $\text{SF}_6$ , студенты делают вывод о том, какое из использованных уравнений состояния наиболее адекватно описывает состояние данного вещества вблизи критической температуры.

Предлагаемая методика позволяет студентам эффективно изучить тему реальных газов в рамках программы технических специальностей вузов, а также на

основе получаемых экспериментальных данных сформировать определенные навыки научного исследования и сравнительного анализа при использовании различных физических моделей для описания термодинамики вещества в газообразном состоянии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Юркевич, Н. П. Исследование распределения магнитного поля в многослойном соленоиде конечной длины / Н. П. Юркевич, Г. К. Савчук, П. Г. Кужир // Физическое образование в вузах. – 2015. – Т. 21, № 2. – С. 49–60.

3. Sauchuk, G. K. 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.

4. Умирзаков, И. Х. Фазовое равновесие газа Ван-дер-Ваальса / И. Х. Умирзаков // Интернет-конференция “Бутлеровские чтения”. – 2014. – Режим доступа: <http://butlerov.com/readings>.

5. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей : справочное пособие / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. – Л. : Химия, 1982. – 592 с.

6. Выбор уравнения состояния в математических моделях трубопроводного транспорта природного газа / Э. А. Бондарев [и др.] // Сибирский журнал вычислительной математики. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 239–249.

## Секция 2



### **Инновационные технологии преподавания математики, физики, информатики в учреждениях общего среднего образования**

**О. И. БУЧКО**

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района» (аг. Козенки, Беларусь)

#### **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ**

Согласно учебной программе по учебному предмету «Информатика» для учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, «целью изучения учебного предмета «Информатика» является подготовка учащихся к жизни в информационном обществе; формирование целостного мировоззрения, основанного на научной информационной картине мира...» [1].

Внедрение разнообразных форм и методов работы с информацией способствует развитию учебно-познавательных и информационных компетенций учащихся и повышению качества образования.

Информационная насыщенность современного мира требует специальной подготовки учебного материала перед его предъявлением обучающимся, чтобы в визуальном отражении дать им необходимые сведения. Важнейшим условием успешного и точного понимания информации является простота ее изложения. Необходимо готовить учащихся к быстрому восприятию и обработке больших объемов информации, овладению методами и технологиями работы с ней. Цель обучения заключается в умении находить информацию в источниках, представлять её в понятном виде и уметь эффективно применять.



Задача педагога – обеспечить восприятие огромного количества информации, сделать так, чтобы данная информация была качественно переработана учащимися.

В практике работы выявляется противоречие между быстро растущим объёмом знаний, необходимостью работать с большим количеством информации и невозможностью её усвоения без овладения учащимися учебно-познавательными компетенциями.

Самой эффективной технологией активизации обучения является метод визуализации учебной информации. Применение визуальных форм усвоения информации позволяет усовершенствовать процесс обучения: улучшить восприятие, осмысление и обобщение, умение анализировать понятия, структурировать информацию.

Человек около 90 % информации воспринимает глазами, поэтому всегда стремится к наглядности. Исследователи в области образовательных методик обнаружили, что через три дня после проведения лекции слушатели в состоянии вспомнить 10 % от всего услышанного, 35 % от всего увиденного, но могут воспроизвести 65 % содержания презентации, если она проходила в виде устного рассказа, подкрепленного визуальными образами.

**Для чего нужна визуализация?** Она помогает учащимся правильно анализировать информацию; диаграммы, рисунки, схемы, карты способствуют усвоению больших объемов информации, позволяют легко запоминать и структурировать.

По классификации Андрея Викторовича Хуторского, **учебно-познавательные компетенции** – это совокупность компетенций ученика в сфере самостоятельной познавательной деятельности, включающей элементы логической, методологической, общеучебной деятельности, соотношенной с реальными познаваемыми объектами. Сюда входят способы организации целеполагания, планирования, анализа, рефлексии, самооценки [2, с. 22].

Необходимы современные технологии организации учебно-воспитательного процесса для формирования учебно-познавательных компетенций.

**Информационная компетенция** – это способность личности применять, находить, хранить и преобразовывать различную информацию. Это умение работать с различными информационными системами.

Считаю, что для формирования учебно-познавательных и информационных компетенций наиболее результативными являются следующие формы и методы визуализации: лента времени, интеллект-карта, скрайбинг, инфографика, облако слов, интерактивный плакат, кроссенс, кластеры.

**Лента времени** позволяет получить визуальную картинку о том, как в хронологии развивалось какое-либо событие. Современные сервисы позволяют «нанизывать» на ленту времени не только текст, но и изображения, видео и звук. Ленту времени на уроке информатики я использую при изучении темы «История развития компьютерной техники», «Устройства хранения информации», «Компьютерные сети».

**Кластер** – графическая форма организации информации, основанная на выделении смысловых единиц, которые фиксируются в виде схемы с обозначением всех связей между ними. Он представляет собой изображение, способствующее систематизации и

обобщению учебного материала. А также позволяет охватить большое количество информации, вовлекая всех участников коллектива в обучающий процесс.

**Облако слов** – эта форма визуализации данных, представляющая собой набор ключевых слов и словосочетаний. Важность каждого ключевого слова обозначается размером шрифта или цветом. Чем крупнее шрифт, тем чаще ключевое слово употребляется в тексте. Формируются благоприятные условия для развития пространственного и критического мышления, аналитических способностей учащихся. Совершенствуются навыки структурирования, классификации и моделирования.

**Кроссенс** – это головоломка нового поколения, позволяющая проводить ассоциации между изображениями. Использование приема кроссенс на уроках способствует формированию креативности, сотрудничества, коммуникации и критического мышления учащихся.

Кроссенс можно использовать практически на каждом этапе.

**Интерактивный плакат** – электронный учебный плакат, содержащий интерактивные элементы, осуществляющие навигацию, которая позволяет отобразить графическую, звуковую, видеоинформацию и статический текст. Интерактивный плакат можно создавать в различных приложениях: MO Power Point, Scratch и GeoGebra. Например книга «Яркая жизнь».

**Инфографика** – визуализация данных или идей, целью которой является донесение сложной информации до аудитории быстрым и понятным образом. Средства инфографики помимо изображений могут включать в себя графики, диаграммы, блок-схемы, таблицы, карты, списки.



QR-код. Электронная книга «Яркая жизнь»

**Интеллект-карта** – это графический способ представить идеи, информацию в виде карты, состоящей из ключевых и вторичных тем. Это инструмент для структурирования идей, планирования времени, запоминания больших объемов информации, проведения мозговых штурмов.

**Скрайбинг** – это визуализация информации при помощи графических символов, просто и понятно отображающих ее содержание и внутренние связи. Создание ярких образов вызывает у слушателя визуальные ассоциации с произносимой речью.

Результативность применения визуальных техник на уроках имеет ряд преимуществ: чередование видов деятельности, способов подачи информации позволяет активизировать различные каналы восприятия, способствует повышению внимания и росту активности учащихся на уроке, снижает утомляемость. Урок становится более ярким и интересным.

Применение технологии визуализации не только помогает лучшему усвоению содержания материала, но и вносит творческое начало в процесс обучения.

Любой учитель может использовать представленные формы и приемы визуализации на своих уроках.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Учебная программа по учебному предмету «Информатика» для XI класса учреждений образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2021/08/UP/RUS/11/up-inform-11kl-rus-pov.pdf>. – Дата доступа: 26.02.2022.

2. Хуторской, А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Ученик в обновляющейся школе : сб. науч. тр. / ИОСО РАО. – М., 2002.

**К. В. ВОРОНЕНКО**

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

### **ОЦЕНКА И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РАБОТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ**

На базе ГУО «Средняя школа № 11 г. Мозыря» существует 10 методических объединений, которые возглавляют ведущие педагоги-предметники, имеющие первую и высшую квалификационную категорию. Деятельность методического объединения практически соответствует целям и задачам, определенным образовательной программой.

Основная цель методического объединения школы заключается в обеспечении профессиональными высококвалифицированными педагогами и в их непрерывном образовании путем совместного поиска, внедрения лучших традиционных и новых приемов педагогической деятельности, профессионального общения, обмена опытом, определения единых подходов, критериев, норм и требований к оценке результатов деятельности педагога.

Главной задачей методического объединения выступает развитие инновационной деятельности в образовательном учреждении на основе системы управляемой, ресурсно-обеспеченной, эффективной совместной педагогической деятельности, обеспечивающей оптимальные условия реализации государственных образовательных стандартов.

Отсюда следует, что управление работой методического объединения в средней школе направлено, в первую очередь, на формирование мотивационных условий, направленных для профессионального роста и решения задач данной деятельности.

В школе утверждено положение о школьных методических объединениях.

Наиболее важным средством повышения педагогического профессионализма учителей, связывающим в единое целое всю систему работы школы, является непосредственно методическая работа. Роль работы методического объединения школы значительно возрастает в современных условиях в связи с потребностью рационально и оперативно использовать новые методы, приемы и формы обучения.

В состав школьного методического объединения учителей математики и информатики входит 12 учителей:

– учителя математики: 10 (К. В. Вороненко, Т. И. Дедюля, Е. О. Дягель, И. В. Емельянова, А. Н. Запотьлок, С. А. Шевченко, Л. А. Цалко, М. П. Шадын, Е. А. Чернушевич, М. А. Курбан);

– учителя информатики: 4 (А. Н. Запотьлок, Е. М. Фяксель, С. А. Шевченко, В. А. Кирцин).

Все учителя имеют высшее образование. Четыре учителя имеют высшую квалификационную категорию.

В 2021/2022 учебном году работа методического объединения проводилась в соответствии с методической темой школы «Современной школе – современный учитель: все начинается с нас!» и методической темой методического объединения учителей математики и информатики «Использование современных технологий в обучении математике и информатике для повышения качества образовательного и воспитательного процесса».

Задачами методического объединения на 2021-2022 учебный год выступают: формирование необходимых условий с целью полного осуществления программ совершенствования образовательной программы, создание регулярной профессиональной подготовки педагогических кадров, повышение их профессионального мастерства; внедрение в практику прогрессивных управленческих и педагогических технологий; анализ и систематизация передового педагогического опыта творчески работающих учителей; увеличение мотивации педагогов на основе инновационных педагогических технологий обучения и воспитания; формирование условий для разработки и освоения инноваций; создание условий для большего привлечения педагогов к методической работе школы.

Основными формами работы методического объединения являются: заседания, посвященные вопросам методики обучения и воспитания обучающихся; круглые столы, семинары по учебно-методическим проблемам; творческие отчеты учителей; открытые учебные занятия и внеклассные мероприятия; лекции, доклады, сообщения и дискуссии по использованию методик обучения и воспитания, вопросам общей педагогики и психологии; предметные недели (декады); взаимопосещение учебных занятий; организационно-деятельностные игры.

Темы для самообразования педагоги выбирали в соответствии с методическими темами школы и методического объединения, на протяжении года осуществлялась различная научно-исследовательская деятельность по интересующим их вопросам, а на заседаниях МО делились итогами своей работы.

Проанализировав состояние работы методического объединения за 2021–2022 учебный год, можно сделать следующие выводы: работу методического объединения учебного заведения признать удовлетворенной. Методическое объединение регулярно проводит работу по повышению квалификации учителей как на уровне школы, так и на иных уровнях (курсовая подготовка, участие в различных мероприятиях и др.).

Заседания методического объединения проводились в соответствии с планом работы. Осуществление результатов заседаний контролируется, систематически осуществляется мониторинг КЗ (качества знаний) обучающихся, освоение программ

и выполнение годового учебного плана. Качество знаний учащихся и степень обученности находятся на среднем уровне.

Проведя анализ работы МО, отметим следующие аспекты: цели и задачи методического объединения осуществлялись в соответствии с требованиями образовательных программ, основываясь на нормативно-правовых документах; согласно плану, были проведены предметные недели и конкурсы; учитель математики К. В. Вороненко приняла участие в конкурсе научно-исследовательских работ; три учителя (К. В. Вороненко, Т. И. Дедюля, Е. О. Дягель) были задействованы в инновационной деятельности школы.

Использование ИКТ обладает также и слабыми сторонами. Неправильное использование технологий может замедлить процесс обучения, обращая трудный процесс в беззаботный видеоряд. Не стоит забывать, что информационно-коммуникационные технологии не цель, а только лишь средство обучения.

С целью решения целей и задач методического объединения в учебном заведении управляющим требуется создать ряд условий: составление учебного плана, который позволит сформировать знания согласно основам дисциплин, который обеспечит уровень освоения образовательного стандарта; создание структуры методического объединения; организация работы МО по четким планам, соответствующим методической теме учебного заведения; использование разнообразных форм как одно из условий эффективной работы; организация работы по совершенствованию материально-технической базы школы; научно-исследовательский, методический и диагностический характер учебно-воспитательного процесса в учебном заведении.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Довженко, Ю. А. Организация внутришкольной методической работы в условиях осмысления обновляющейся образовательной практики / Ю. А. Довженко. – Барнаул, 1997. – 127 с.
2. Дружинин, В. И. Методический кабинет образовательного учреждения / В. И. Дружинин, С. Н. Бекишева, С. П. Васенева. – Курган, 2009. – 38 с.
3. Лизинский, В. М. О методической работе в школе / В. М. Лизинский. – М. : Центр «Педагогический поиск», 2002. – 160 с.

**В. И. ГЛЕБОВИЧ**

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

### **УМЕНИЕ «ЧИТАТЬ» ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН КАК ОСНОВА СИСТЕМНО-ЭПИСТЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Реализация образовательного стандарта общего среднего образования предполагает подготовку учащихся, которые обладают не только определенным

уровнем предметных знаний и умений, но и способностью использовать свои знания при решении проблем, возникающих в учебной деятельности или в практической жизни, продуктивным мышлением. Поэтому одной из целей является овладение учащимися предметными, межпредметными и метапредметными компетенциями [1].

Одной из составляющей метапредметной компетенции является инструментально-эпистемиологический компонент, который подразумевает готовность использовать в качестве средств познания вопросы, задачи, проблемы, модели, схемы [2]. Данный компонент подразумевает обладание опытом «чтения» схем, их использования в качестве инструментов мышления, способа структурирования, сжатия, визуализации информации.

Одним из способов визуализации учебной информации в физике является использование графиков зависимости физических величин. Графики функций позволяют реализовать основные дидактические принципы обучения физике [3]. Задача учителя не просто научить учащихся строить графики, а показать, как с ними работать, как извлекать из них информацию, как описывать физические процессы на графике, т. е. научить их «читать».

Результаты участия 15-летних учащихся Республики Беларусь в международном сравнительном исследовании PISA-2018 показали, что затруднения вызвали задания на анализ данных, которые необходимо получить из таблиц и диаграмм, решение задач, условие которых дополнено иллюстрацией. При выполнении заданий с естественнонаучным содержанием затруднения вызвали комбинированные задания, которые включают анализ графика, установление последовательности и соответствия [4].

Работать с графиками зависимости физических величин важно на всех этапах учебного процесса. При объяснении нового учебного материала учитель может подтвердить формулу экспериментом и построить график зависимости. Второй вариант – провести эксперимент, по результатам которого строится график и выводится зависимость. Важно акцентировать внимание учащихся на сам график, его особенности, точки перегиба, точки пересечения графика с осями, максимумы и минимумы, объяснить их смысл. На этапе закрепления изученного материала, на уроках решения задач или обобщения и систематизации знаний учащимся необходимо предлагать для решения графические задачи. Такие задачи обладают большим дидактическим потенциалом, поскольку график может быть описан как количественным образом, так и вербально.

Варианты заданий на «чтение» графиков:

- определение одной физической величины при конкретном значении другой, представленной на графике;
- определение физических величин, не представленных на графике (косвенным путем);
- описание этапов физических процессов;
- характеристика условий протекания физических явлений и процессов;
- сравнение графиков зависимости физических величин;
- запись функциональной зависимости;
- определение максимального или минимального значения физической величины.

Пример: По графику изменения координаты от времени  $x = x(t)$ :

- определите координату тела в момент времени 5 с;
- определите проекцию ускорения тела на первом и втором участках графика, если начальная скорость тела равна нулю;
- вычислите перемещение тела за время 20 с;

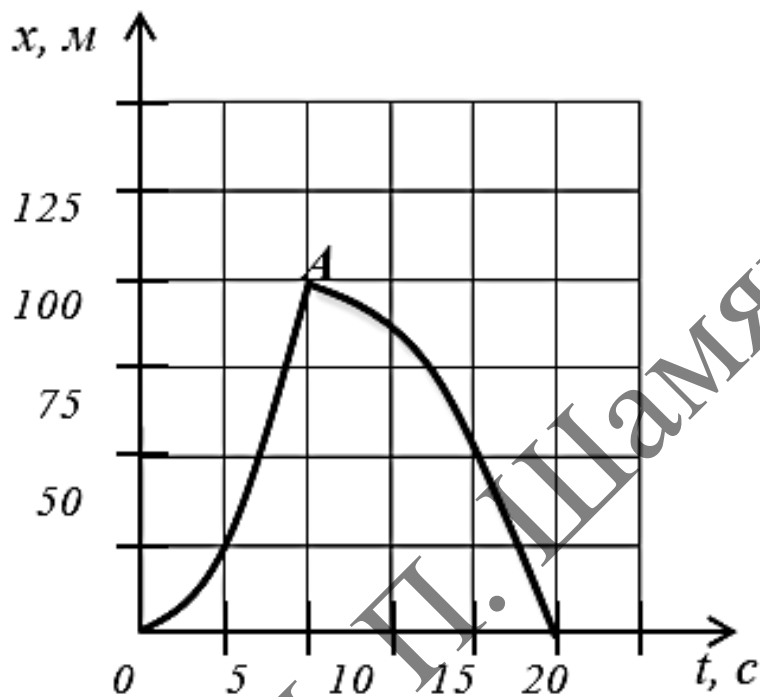


Рисунок 1. – График зависимости координаты от времени  $x = x(t)$

- опишите, как движется тело на первом и втором участках графика;
- чем отличается первый и второй участок графика;
- составьте уравнение движения для каждого участка графика, если начальная скорость тела равна нулю;
- каков физический смысл точки A на графике?

На этапе актуализации знаний или на уроке обобщения и систематизации знаний учащихся можно разделить на группы и предложить составить вопросы и задания по предложенному графику. Можно устроить соревнования между группами: какая команда больше скажет о представленной зависимости. В качестве творческого домашнего задания учащимся можно предложить учащимся составить сочинение по графику.

Использование заданий с графиками зависимости физических величин помогает обучающимся воспринимать, правильно организовывать и анализировать информацию, позволяет легко запоминать и прослеживать взаимосвязи между физическими величинами. Самое важное для учителя физики в работе с графиками – это научить учащихся «читать» графики зависимости физических величин. Умение работать

с графиками, извлекать из них необходимую информацию, анализировать процессы составляет основу системно-эпистемиологической компетентности обучающихся.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт общего среднего образования [Электронный ресурс] // Национальный образовательный портал. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2019/01/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 31.01.2022.

2. Гелясина, Е. В. Комплекс критериев и показателей сформированности метапредметных компетенций обучающихся: из опыта инновационной деятельности витебской области [Электронный ресурс] / Е. В. Гелясина // Образование. Инновации и технологии: материалы 2 Межрегиональной с международным участием интернет-конференции. – Режим доступа: <http://www.dpo-smolensk.ru/meropr-1/1-ob-edu/tekst/geliasina.pdf>. – Дата доступа: 06.02.2022.

3. Глебович, В. И. Реализация дидактических принципов обучения физике при работе с графиками функций физических величин / В. И. Глебович // Сучасні тенденції розвитку освіти й науки: проблеми та перспективи : зб. наук. праць, Львів, 30 жовт. 2021 р. / Львівський навчально-науковий центр професійної освіти ; редкол.: Ю. І. Колісник-Гуменюк (гол. ред.). – Київ–Львів–Бережани–Гомель, 2021. – В. 9. Т. 2. – С. 22–27.

4. Об организации в 2021/2022 учебном году образовательного процесса при изучении учебных предметов и проведении факультативных занятий при реализации программ общего среднего образования [Электронный ресурс]: инструктивно-методическое письмо М-ва образования Респ. Беларусь, 18 июня 2021 г. – Режим доступа: <https://edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/glavnoe-upravlenie-obshchego-srednego-doshkolnogo-i-spetsialnogo-obrazovaniya/srenee-obr/2021-2022-uchebnyy-god/>.

**И. Н. ГУЛО, А. Д. НАУМОВА**

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

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В 8 КЛАССЕ**

На сегодняшний день важной задачей школ является подготовка учащихся, способных постоянно совершенствовать свои знания, умеющих оперативно ориентироваться в возрастающем потоке информации и принимать решения в нестандартных ситуациях. Возможность получения доступного образования расширяется при дистанционной форме обучения. Однако недостатки в организации дистанционного учебного процесса нередко приводят к снижению качества подготовки обучаемых, вызывают негативное отношение к нему в целом.



В методической литературе отмечается, что дистанционное обучение в школе не имеет значительного преимущества перед традиционными формами обучения. Значительно эффективнее оказалось смешанное обучение. Такие исследования существенно укрепили позиции смешанного обучения и придали ему еще большую динамику развития. Таким образом, исследователи рассматривают смешанное обучение не как абсолютно новый феномен, а скорее как логичное, последовательное развитие традиционных форм в условиях изменения среды.

В отличие от многих других педагогических технологий смешанное обучение не имеет конкретного авторства и складывалось в результате многочисленных попыток изменить существующие методы обучения. Это вызвало сложности при анализе данной технологии в методической литературе и попыток сформулировать ее строгое определение.

Смешанное обучение определяется как «модель, совмещающая преподавание в классе (face-to-face) и компьютерно-опосредованное обучение на образовательной онлайн-платформе, на которой находится весь учебный материал, встроена система тестирования, есть доступ к различным онлайн-источникам, а также дополнительным материалам, представленным на усмотрение учителей, которые точно соответствуют пройденным темам» [1, с. 115]. В других литературных источниках смешанное обучение определяется короче, как «система обучения, основанная на сочетании очного обучения (обучения лицом-к-лицу) и обучения компьютерными средствами» [2]. Оно не является полным, так как не объясняет, как именно сочетаются очное обучение и обучение с использованием компьютерных средств.

Учитывая, что «обучением математике называется взаимодействие учителя и учащихся по овладению учащимися содержанием общего среднего математического образования под руководством учителя» [3, с. 145], в данной работе под смешанным обучением математике мы будем понимать *взаимодействие учителя и учащихся по овладению учащимися содержанием общего среднего математического образования под руководством учителя с использованием средств онлайн-обучения, при котором учащийся выбирает из вариантов, предложенных учителем, время, место, путь и темп обучения.*

В методической литературе рассматривают следующие модели смешанного обучения:

1. Ротация (автономная группа; перевернутый класс; смена рабочих зон или ротация станций; ротация лабораторий).
2. Личный выбор [4].

Самая известная и наиболее популярная в школах модель смешанного обучения – это модель перевернутого класса. Ее суть в следующем: изучение нового материала задается в качестве домашнего задания, а на уроке происходит его закрепление. Такой формат обучения позволяет уделить больше внимания закреплению и применению изученного материала.

Смешанное обучение, как и любая другая инновационная технология, требует дополнительного времени и дополнительных усилий со стороны учителя по формированию учебной культуры класса. В отличие от классно-урочной системы, где основное время затрачивается на формирование учебных навыков

и установление дисциплины, при использовании смешанного обучения основной упор делается на формирование навыков самостоятельной работы, взаимопомощи и коммуникативных компетенций.

Приведём в качестве примера модели перевернутого класса план-конспект урока математики в 8 классе по теме «Квадратный трёхчлен. Разложение квадратного трёхчлена на множители».

Подготовительный этап к проведению урока по теме «Квадратный трёхчлен. Разложение квадратного трёхчлена на множители».

На предыдущем уроке дать домашнее задание:

1. С помощью видеоурока и презентации изучить материал по теме «Квадратный трёхчлен. Разложение квадратного трёхчлена на множители». Видеоурок (10 мин) содержит примеры на преобразование выражений, последний из которых нельзя выполнить, не изучив тему урока; определение и примеры квадратного трёхчлена; формулы нахождения корней квадратного трёхчлена; формулы разложения квадратного трёхчлена на множители (три случая разложения квадратного трёхчлена на множители с примерами).

Презентация содержит пошаговые рекомендации для более эффективного изучения материала.

2. Пройти тест для проверки усвоения нового материала:

- 1) Выбрать из предложенных примеров квадратные трёхчлены.
- 2) Найти коэффициенты квадратных трёхчленов из номера 1.
- 3) Найти, если возможно, корни квадратных трёхчленов из номера 1.
- 4) Разложить на множители квадратные трёхчлены из номера 1.

Для актуализации знаний и проверки усвоения материала, заданного на дом, на уроке можно предложить учащимся выполнить следующие тестовые задания:

- 1) Выбрать из предложенных вариантов квадратные трёхчлены ...
- 2) Записать коэффициенты квадратного трёхчлена ...
- 3) Какой из предложенных трёхчленов нельзя разложить на множители...?
- 4) Разложить на множители квадратный трёхчлен ...
- 5) Какой вид будет иметь разложение квадратного трёхчлена на множители, если его дискриминант равен нулю?
- 6) Какой вид будет иметь квадратный трёхчлен после разложения на множители, если его дискриминант больше нуля?

Для проверки тестовых заданий целесообразно использовать интерактивную систему голосования (при её наличии).

После этого приступают к выполнению упражнений из учебного пособия [5]. При этом отрабатываются алгоритмы нахождения корней квадратного уравнения и разложения квадратного трёхчлена на множители, раскрывается связь между знаком дискриминанта и количеством корней квадратного трёхчлена.

Завершается урок рефлексией и пояснением домашнего задания.

Можно предложить учащимся ещё раз повторить алгоритмы, с которыми работали на уроке. И, как итог, заполнить лист самооценки полученных знаний: вставить в предложения пропущенное слово или слова (понял, не понял, надо отработать). Например,

- 1) ... как находить коэффициенты квадратного трёхчлена?
- 2) ... как находить дискриминант квадратного трёхчлена?
- 3) ... как находить корни квадратного трёхчлена?
- 4) ... как понять, можно ли разложить квадратный трёхчлен на множители или нельзя?
- 5) ... алгоритм разложения квадратного трёхчлена на множители.

В заключение отметим, что смешанное обучение – один из трендов современного образования и по оценкам прогнозистов останется таковым и в ближайшее десятилетие. Мы считаем, что именно технология смешанного обучения позволит наиболее эффективно использовать преимущества как очного, так и электронного обучения, взаимно компенсировать недостатки каждого из них.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова, Я. К. Смешанное обучение как инновационная образовательная технология [Электронный ресурс] / Я. К. Абрамова // Перспективы развития информационных технологий. – 2014. – № 17. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/smeshannoe-obuchenie-kak-innovatsionnaya-obrazovatel'naya-tehnologiya.pdf>. – Дата доступа: 11.11.2021.

2. Долгова, Т. В. Смешанное обучение – инновация XXI века [Электронный ресурс] / Т. В. Долгова // Интерактивное образование. – 2017. – № 5. – Режим доступа: [https://interactiv.su/wp-content/uploads/2017/12/IO\\_5\\_interactive.pdf](https://interactiv.su/wp-content/uploads/2017/12/IO_5_interactive.pdf). – Дата доступа: 11.11.2021.

3. Семёнова, И. Н. Дидактический конструктор для проектирования моделей электронного, дистанционного и смешанного обучения в вузе [Электронный ресурс] / И. Н. Семёнова, А. В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 8. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/didakticheskiy-konstruktor-dlya-proektirovaniya-modeley-elektronnogo-distantsionnogo-i-smeshannogo-obucheniya-v-vuze>. – Дата доступа: 26.10.2021.

4. Теория и практика внедрения смешанного обучения в деятельность школы [Электронный ресурс] / Н. В. Любомирская [и др.] // Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» 13.06.2019. – Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2019/06/13/1500493314/C%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%20%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%88%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B2%20%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8B.pdf>. – Дата доступа: 15.11.2021.

5 Арефьева, И. Г. Алгебра : учеб. пособие для 8 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / И. Г. Арефьева, О. Н. Пирютко. – Минск : Народная асвета, 2018. – 267 с.

**M. V. EVLANOV, S. L. YAKUBITSKAYA**

State Educational Institution "Secondary School No. 45 of Minsk" (Minsk, Republic of Belarus)

## **THE APPLICATION OF THE FORMULA CONSTRUCTOR IN PHYSICS LESSONS AS A MEANS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF RANDOM MEMORY**

The experience of working in an institution of general secondary education shows that the main mistakes of students when solving problems incorrectly are not only in ignorance of formulas (although this is not uncommon), generally accepted symbols for designating physical quantities, units of measurement, but also in the inability to construct derivative formulas, although in few errors are observed in the calculations themselves.

In the recommendations of the National Institute of Education, "teachers are recommended to pay special attention to ... the formation in students a set of skills necessary to solve the problem: analyze the condition of the problem, solve the problem in a general way (construct derivative formulas), correctly write down the solution of the problem, analyze the result and correlate it with the condition of the task" [2].

Memorization is the process of memory, as a result of which past experience is consolidated [1]. Arbitrary memorization is a special action, the specific task and intention of which is to remember accurately, for the maximum period, with the aim of subsequent reproduction or simply recognition of the material [4].

Arbitrary memorization is a special and complex mental activity, subordinated to the task of remembering. To achieve the goal better, arbitrary memorization includes a variety of activities, such as memorization. Its essence lies in the repeated repetition of educational material until it is completely and error-free memorization, but mechanical memorization is very unproductive, short-lived [3].

The subject "Physics" in institutions of general secondary education is considered to be one of the most difficult subjects, requiring the ability to think logically, have a good memory and attention, and often when conducting experiments and patience. In this regard, students' interest in studying the subject is quickly lost, learning outcomes are declining. In this connection, teachers of physics, like no other, have to constantly be in search of effective methods, means, teaching methods. Thus, the organizational and pedagogical conditions that contribute to increasing the efficiency of arbitrary memorization are:

- 1) work on the organization of active, independent operation by students, formulas should be carried out systematically, purposefully;
- 2) the process of studying formulas is carried out in conjunction with the application of this knowledge;
- 3) providing students with arbitrary memorization of physical formulas is costed taking into account their age characteristics;
- 4) taking into account the principle of visualization of learning when compiling a bank of derivative formulas created in the formula constructor.

The formula constructor is a learning tool that improves the efficiency of arbitrary memorization of formulas by students. The constructor allows you to visualize formulas

graphically for the subsequent construction of derived formulas. The graphic image allows students to see visually what they have already memorized, learned, known from this formula, and which ones they have not yet. This check activates the attention of students. The student sees that his efforts are reinforced by success, and this additionally stimulates him to memorize.

Experience has shown that the Formula Builder is useful for students who experience problems in deriving the final formula for solving a problem. Looking at the diagram, the student combines physical quantities, moving through the levels from the given physical quantities to the desired one (Figure 1, Figure 2).

Algorithm for solving a physical problem using the formula constructor:

- 1) analyze the condition of the problem and find out what physical quantities it is talking about;
- 2) establish dependencies between these values (by selecting a specific fragment of the formula constructor);
- 3) combine these fragments into one figure that displays the relationship between known parameters and the unknown.

An important point in the analysis of the condition of the problem is the determination of a number of constants necessary to find the desired physical quantity. Using the formula constructor in various classes, is more expedient to highlight physical constants in the formula constructor with a certain color. This is done so that, looking at the formula constructor, students can see (and visually remember) that this physical quantity is a constant and can be found in special tables or collections. Thus, the principle of visualization of training is realized.

In order to use all types of memory and make memorization strong, I propose, as a creative homework, to print, cut and glue a three-dimensional figure (tetrahedron, octahedron, etc.), on the faces of which the corresponding fragments of the formula are presented. Thus, the principle of interdisciplinary connection between physics and mathematics is realized.



Figure 1. – Formula constructor for the 7th grade

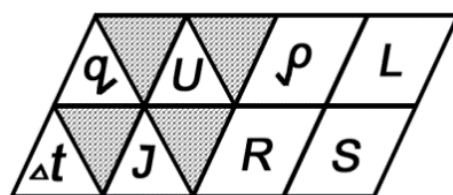


Figure 2. – Formula constructor for the section "Electricity"

The use of the formula constructor in the study of the subject "Physics" helps to increase the efficiency of memorizing physical quantities and formulas, the development of skills in constructing derivative formulas, which allows most students to cope with solving problems of a higher level, facilitate the memorization of a large number of physical constants, a holistic study of a particular topic or section and the subject as a whole.

#### REFERENCES

1. Игитханян, Л. Э. Пути и способы эффективного запоминания физических величин и формул [Электронный ресурс] / Э. Л. Игитханян // Юный ученый. – 2018. – № 4. – Режим доступа: <https://moluch.ru/young/archive/18/1260/>. – Дата доступа: 06.01.2022.
2. Рекомендации по результатам мониторинга уровня обученности учащихся по учебному предмету «Физика» [Электронный ресурс] // Национальный институт образования. – Режим доступа: <https://www.adu.by/wp-content/uploads/2015/umodos/rekomend-rezult-monitoring-fizika.pdf>. – Дата доступа: 05.01.2022.
3. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии : в 2 т. / С. Л. Рубинштейн. – М. : Педагогика, 1989. – Т. 1. – 488 с.
4. Словарь психолого-педагогических понятий / авт.-сост.: Т. Г. Каленникова, А. Р. Борисевич. – Минск : Белорус. гос. технол. ун-т, 2007. – 68 с.

**И. А. ЕФИМЧИК**

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

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАНИМАТЕЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ

В процессе обучения важно обеспечивать возникновение положительных эмоций по отношению к учебной деятельности, к её содержанию, формам и методам осуществления.

Немаловажно сделать так, чтобы процесс обучения не превращался для учащихся в скучное и однообразное занятие. Ведь наличие у учеников интереса к предмету является предпосылкой для возникновения более сложной его разновидности – познавательного интереса. А познавательный интерес способствует активности учащихся на уроках и росту качества знаний [1].

Немаловажную роль в решении этой проблемы отводят занимательности. Занимательность – это прием, который влияет на чувства учащегося, пытается создать положительный настрой к учению и готовность к активной мыслительной деятельности у всех учащихся [2]. И в литературе, и в практике обучения занимательности нет единого решения. Более того, некоторые ученые считают занимательность помехой учению, видя в ней элементарный уровень интереса, возникающий под влиянием яркости впечатлений. Такой интерес вытесняется новыми яркими впечатлениями. Однако есть методисты, которые выступают в защиту занимательности. Они считают

занимательность обязательной принадлежностью интересного обучения, видят в ней мощное средство, обостряющее все процессы, свойственные интересу.

Очень важно, чтобы учитель правильно понимал, зачем использовать занимательность на уроке. Необходимо чётко осознавать цель использования и параллельно применять другие дидактические средства.

В процессе обучения учителю сложно обеспечить возникновение положительных эмоций на протяжении всего периода. Предмет «Информатика» тем и отличается, что все темы разные. На одном уроке ученика не видно, ему всё неинтересно. На следующем его не узнать, работает лучше всех.

Давайте рассмотрим разработку с использованием занимательности. Будем опираться на нестандартный подход к учащимся в виде игры в квест.

Для проведения игры не требуется дополнительной подготовки учащихся. Руководит игрой преподаватель.

Перед началом квеста участникам объясняют правила квеста, подготавливаются компьютерные устройства.

Правила игры: перед учащимися игры шесть компьютеров, все они запаролены. Задача учащихся отгадать все пароли. Задания будут находиться в папке запароленного компьютера, то есть открыть запароленный компьютер под номером три нельзя без открытого компьютера под номером два. Чтобы открыть компьютер, нужно выполнить задание, вследствие чего будет известен пароль от компьютера.

Рассмотрим, в виде примера, некоторые задания.

Задание 1. Ребята, для того чтобы узнать пароль от первого компьютера, вам необходимо ответить на вопрос, ответ чего нужно записать цифрами, воспользовавшись кодировочной таблицей (рисунок 1) для расшифровки, что и будет являться вашим паролем. Не забывайте, что вопросы будут связаны с разделом «Интернет. Электронная почта».

Итак, вопрос: всемирная компьютерная сеть, способная передавать данные из одной точки земного шара в любую другую, – это? (интернет).

Буква	А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й
Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Буква	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
Номер	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Буква	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
Номер	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Рисунок 1. – Кодировочная таблица

Пароль: 10152061815620.

Теперь вы вошли во второй компьютер. Задание находится на рабочем столе в папке «квест-игра».

Задание 2. Перед вами тесты, номера правильных тестов будут являться паролем для третьего компьютера.

1. Какие сервисы предоставляет пользователю сеть Интернет?

1. World Wide Web.
2. Удаление программы, установленной на компьютере.
3. Электронная почта.
4. IP-телефония.

2. Каково назначение сервиса Интернета WWW?

1. Обмен сообщениями через Интернет.
2. Передача файлов через Интернет.
3. Получение информации в виде веб-страниц.
4. Совместная работа над документами.

3. В чем различие между веб-страницей и веб-сайтом?

1. Веб-страница – адрес электронной почты для переписки.
2. Веб-страница – информационный ресурс Интернета.
3. Веб-сайт – служба по пересылке и получению электронных сообщений.
4. Веб-сайт – несколько гипертекстовых веб-страниц с одной темой и

содержанием.

Пароль: 1324

Задание 3. Отгадайте ребус (рисунок 2):

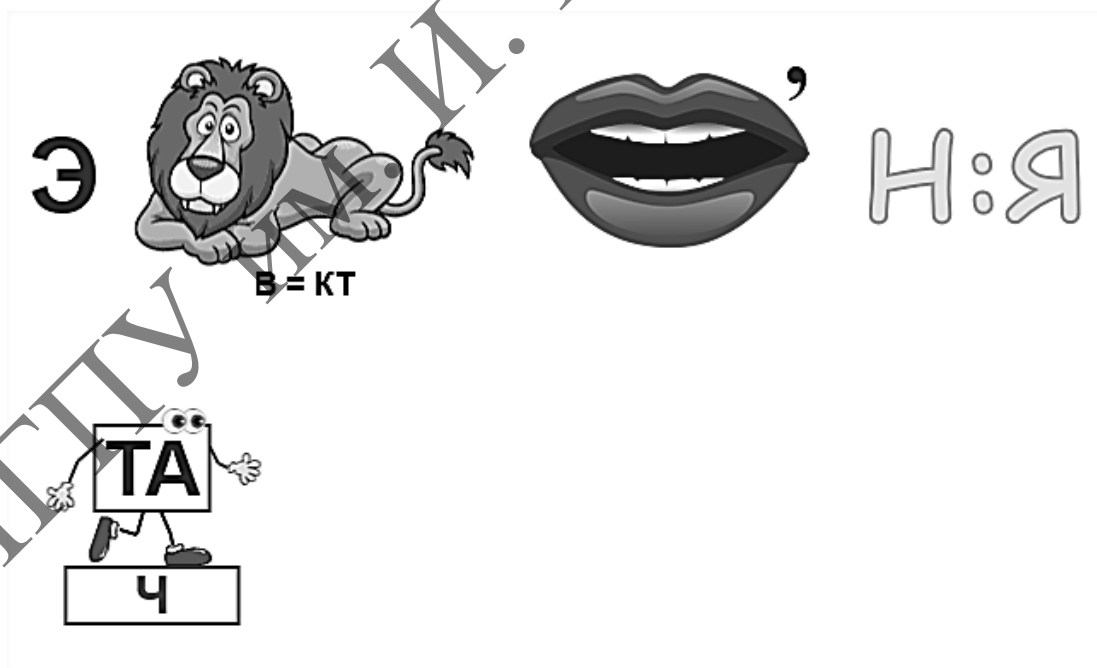


Рисунок 2. – Ребус

Ответ: электронная почта. В каком году появилась электронная почта? Это и будет ваш пароль.

Пароль: 1971.

Молодцы, вы уже сумели открыть третий компьютер.



Во время игры у учащихся формируется познавательная мотивация, умение адекватно оценивать себя и других. Ребята научатся определять и понимать поставленные задачи, научатся работать в группе, распределять время, контролировать деятельность.

Данная разработка может быть использована:

- на уроках информатики в 6 классе в рамках раздела «Интернет. Электронная почта»;
- как урок закрепления;
- как внеклассное мероприятие по информатике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Микерова, Л. Н. Элементы развития познавательного интереса на уроках информатики / Л. Н. Микерова. – М. : Высшая школа, 2016.
2. Малев, В. В. Общая методика преподавания информатики : учеб. пособие / В. В. Малев. – Воронеж : ВГПУ, 2005.

**И. А. ЕФИМЧИК, С. В. МАКСЮК**

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

#### **ФРАКТАЛЬНАЯ ГРАФИКА В ШКОЛЕ**

За последние шесть лет была изменена программа по предмету «Информатика» для всех классов. Многие темы изменены, а также появились новые понятия. Одним из них и является фрактальная графика.

В рамках изучения темы «Кодирование информации» рассмотреть новый тип графики нет возможности, только расширить кругозор ученика.

Данная тема является актуальной уже на протяжении пятидесяти лет и относится к наиболее перспективным видам компьютерной графики, имеет широкое применение на практике. В связи с этим предлагаем идею преподавания данной темы как дополнительного вида изучения.

Суть разработки заключается в том, чтобы познакомить учащихся с графикой, полностью отличающейся от ранее изученных ими направлений векторной и растровой графики, показать межпредметную связь с математикой, не прерывая процесс обучения, ориентироваться и развивать творческие способности детей как их математический склад ума, так и художественные способности. Такая ориентированность темы объясняется тем, что учащиеся могут проследить связь науки и искусства. Для тех, кто интересуется искусством, можно изложить материал, опираясь на математическую базу фрактала и больше сделать углубление на компьютерную визуализацию формул и свойств. Учащиеся, имеющие математические способности, в свою очередь, способны изучить математическую составляющую фрактала на более глубоком уровне, и даже попробовать применить любую желаемую формулу. Для работы предложена наиболее простая в понимании и руководстве программа для работы с фрактальной графикой – Ultra Fracta.

Компьютерная графика включает в себя такое понятие, как «фрактал». Термин «фрактал» введён Бенуа Мандельбротом в 1975 году, а после выхода книги «Фрактальная геометрия природы» тема фракталов обрела широкий интерес у общественности. С развитием компьютерных технологий появилась возможность визуализировать математические формулы, появилось направление фрактальной графики. Фрактал представляет собой множество в трехмерном пространстве, обладающее свойством самоподобия. С помощью весьма простых конструкций и формул, которые способен понять и старшеклассник, получаются удивительные по сложности и красоте изображения, есть возможность проследить связь науки и искусства. К основным свойствам множеств можно отнести его нетривиальную структуру на всех масштабах, то есть при увеличении какого-либо фрагмента фрактальной фигуры она будет упрощаться и можно наблюдать все так же сложную картину самоподобия; обладание дробной метрической размерностью.

Начать работу рекомендуется с разъяснения и демонстрации трех вычислительных алгоритмов: фрактальные формулы, окраска алгоритмов, формулы трансформаций, предназначенные для построения учащимися пользовательских фигур в предложенной программе Ultra Fractal. В качестве примера построения пользовательского фрактала рассмотрим модификацию фрактала Ньютона, задаваемого в общем случае формулой:  $z_{n+1} = z_n - \frac{p(z_n)}{p'(z_n)}$ , где  $z_n$  – начальная произвольная точка комплексной плоскости в алгоритме построения фрактала Ньютона,  $z_n$  –  $n$ -е приближение комплексной точки  $z$ ,  $z_{n+1}$  –  $n+1$ -ое приближение комплексной точки  $z$ ,  $p(z)$  – заданная аналитическая функция, которая определяет взаимное расположение частей фрактала,  $p(z_n)$  – её значение в точке  $z_n$ ,  $p'(z_n)$  – значение производной функции  $p(z)$  в точке  $z_n$ . Таким образом, в качестве аналитической функции выберем многочлен третьей степени  $p(z) = z^3 - 1$ , тогда формула для задания фрактала примет вид:

$$z_{n+1} = z_n - \frac{z_n^3 - 1}{3z_n^2}.$$

После визуализации формулы на экране отображается полученный фрактал:

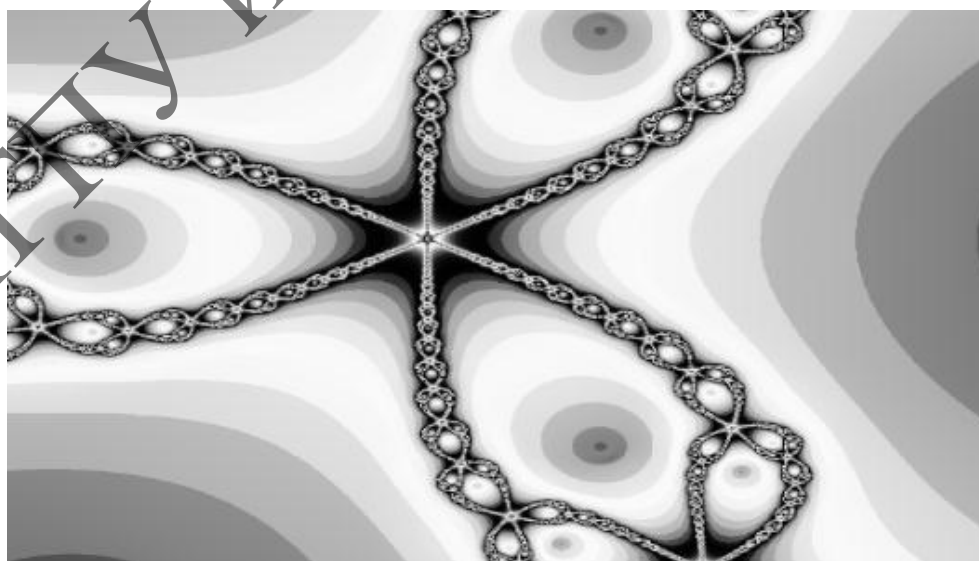
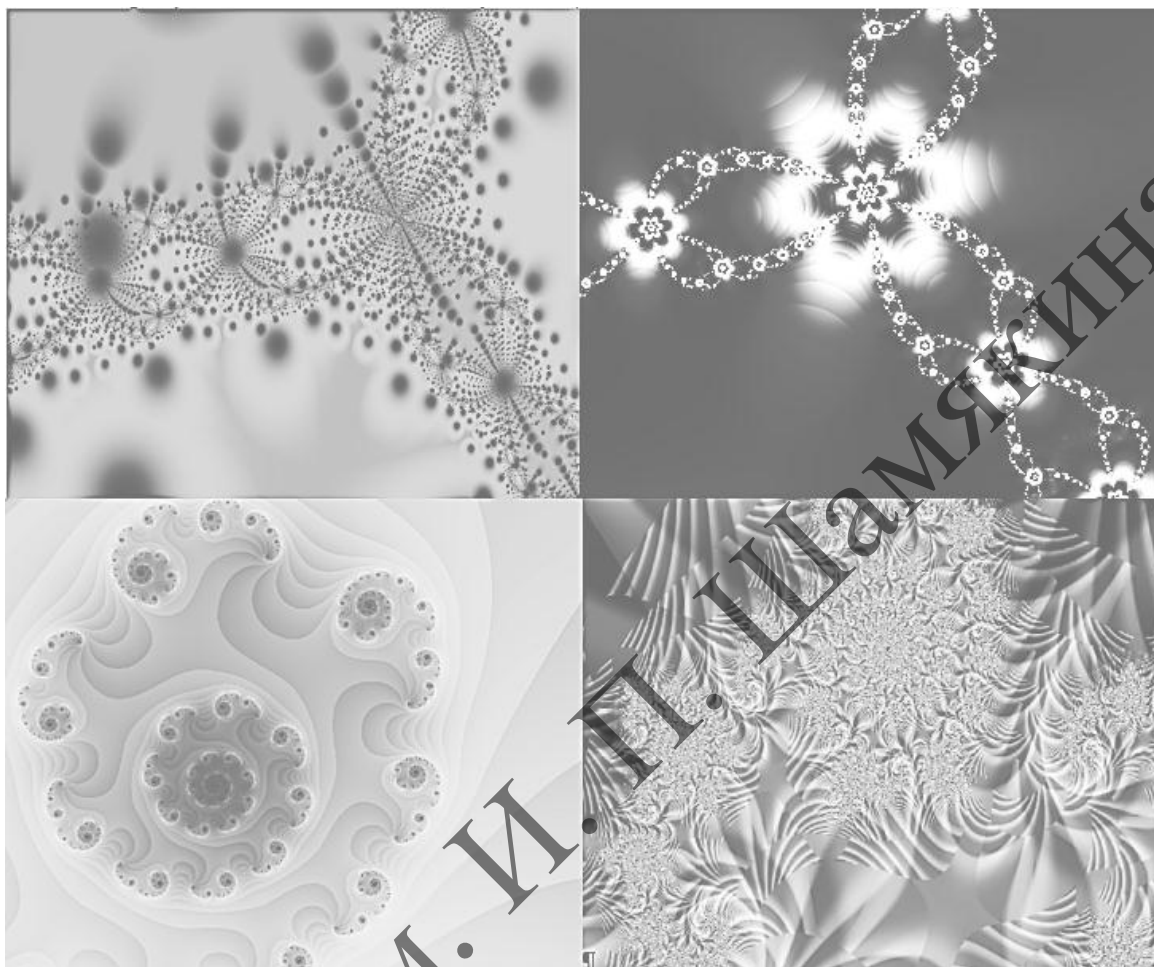


Рисунок 1. – Полученный фрактал

На следующем этапе применяются алгоритмы раскраски и формулы трансформации, расположенные в области для работы с параметрами фрактала. Конечный результат всегда индивидуален.



**Рисунок 2. – Примеры полученных фракталов**

Предложенную разработку можно использовать как дополнительный материал для изучения темы и на предметах смежных с ней, таких как математика, физика.

**М. И. ЕФРЕМОВА, С. В. ИГНАТОВИЧ, Я. Н. БИРКОВСКИЙ**

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

### **ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ**

Одна из основных задач, которую будет решать будущий учитель физики, математики и информатики в настоящее время, состоит в развитии исследовательского поведения учащихся в учреждениях общего среднего образования. Во время практик в учреждениях образования у студентов специальностей «Математика и информатика» и «Физика и информатика» физико-инженерного факультета УО МГПУ имени

И. П. Шамякина (преддипломная практика на 4 курсе и педагогическая практика на 3 курсе) мы обращаем внимание студентов на то, как эту проблему решает опытный учитель. Будущий учитель физики и математики на основании достижений психологической и педагогической науки должен будет применить конкретные приемы и формы развития мышления учащихся, активизации их познавательной деятельности в единстве с овладением основами математической науки.

Для того, чтобы учителям физики, математики и информатики постоянно проводить научный поиск, иметь возможность компетентностной самореализации, непрерывно работать над улучшением форм, методов и средств преподавания физики и математики, выявить объективные закономерности и специфические особенности обучения, воспитания и развития учащихся, внедрить достижения педагогической науки и имеющегося передового опыта в практику работы коллектива на базе ГУО «Средняя школа № 6 г. Мозыря» был создан филиал кафедры физики и математики УО МГПУ имени И. П. Шамякина. Он предназначен для объединения усилий преподавателей кафедры и учителей по решению важнейших методических проблем современного физико-математического образования.

В рамках кафедральной научно-исследовательской темы «Формирование профессиональных компетенций будущего учителя физики и математики» преподаватели кафедры физики и математики научно-методическую работу проводят по следующим направлениям:

- методическое обеспечение учебного процесса по дисциплинам кафедры и школьным дисциплинам физико-математического цикла;
- инновационные формы организации обучения учащихся лицеев, гимназий и студентов физико-инженерного факультета УО МГПУ имени И. П. Шамякина;
- интерактивные методы обучения в процессе формирования методических знаний, умений будущего учителя физики и математики и их внедрение в школьную практику;
- методические аспекты креативной деятельности студентов и школьников в процессе их обучения.

В рамках работы филиала преподавателями кафедры физики и математики совместно с учителями осуществляется эмпирический поиск наиболее эффективных методических приемов, направленных на самостоятельное приобретение учащимися новых знаний, на развитие творческой деятельности. В этом синтезе применения науки и эмпирики по развитию мышления учащихся прослеживается четкая система. Путь формирования мышления учащихся осуществляется введением в обучение творческих заданий как познавательного характера, так и заданий, побуждающих учащихся к поисковой деятельности.

Кратко проанализируем методические находки, которые, по нашему мнению, направлены на создание атмосферы творческого поиска, радости учения.

Известным является тот факт, что очень важна тщательная подготовка учащихся к восприятию новых знаний. Она должна быть такой, чтобы актуализированные знания были основой для усвоения новых понятий. Начинающие учителя – это важное звено в учебном процессе игнорируют, допуская, что учащиеся достаточно подготовлены для

изучения новых понятий, теорем, утверждений. В результате учащиеся встречаются с огромными трудностями при усвоении новых знаний.

Для целенаправленной актуализации мы предлагаем применить систему эвристических вопросов и подготовительных задач. В основу выбора такой системы положены сформированные у учащихся умения, необходимые для усвоения новых знаний.

Хорошо продуманная система подготовительных задач дает возможность учащимся осознать диалектическое единство известного и неизвестного, представить изучаемый материал в новом свете, творчески применить усвоенные способы решения математических и физических задач в новых ситуациях. Каждое задание носит развивающий характер, что проявляется в том, что учащиеся могут изменить задачу, раскрыть в ней новые стороны, соотнести разные элементы, выделить те, которые раньше были скрыты в данном материале.

Соединить формирование учебных компетенций и «открытие» нового – дело нелегкое, требует творческого подхода к приобретению учащимися новых знаний. Поэтому особое внимание следует уделить формированию у школьников общепознавательных приемов, таких как разностороннее рассмотрение изучаемого понятия, выделение существенных связей, интерпретация полученного результата на языке родственной науки.

Особое внимание на уроках физики и математики следует уделить заданиям, которые требуют проведения определенного исследования. Это можно объяснить тем, что исследование – одно из важнейших средств развития логического мышления и творческих способностей учащихся. Их решение способствует уяснению изучаемого учебного материала, приучает учащихся к формулировке обоснованных выводов, к логическим рассуждениям. А это создает условия активизации познавательного интереса к изучаемому материалу.

С каждым годом направления работы кафедры физики и математики совершенствуются и расширяются. На физико-инженерном факультете при кафедре организована работа научно-методического семинара «В помощь исследователю», основной целью которого является вовлечение школьников и студентов в активную научно-исследовательскую деятельность. Участие в семинаре дает возможность молодому исследователю практиковаться в публичных выступлениях и донести до коллег результаты своих исследований, формированию умений находить оптимальный выход из сложных ситуаций. Результатами исследований является написание совместных статей и докладов школьников, студентов, учителей и преподавателей кафедры, выступления на практических и научно-методических конференциях. Ценность семинара еще и в том, что он позволяет стимулировать процесс выполнения исследовательских работ школьников и студентов, способствует становлению будущего учителя как исследователя.

Целенаправленная работа педагогических коллективов кафедры физики и математики УО МГПУ имени И. П. Шамякина и ГУО «Средняя школа № 6 г. Мозыря» способствует совершенствованию профессиональной подготовки учителя физики, математики и информатики, способного творчески подходить к процессу обучения учащихся, что значительно повышает уровень подготовки выпускников школ.

**И. Н. ЗИНЕНКО, И. В. НЕСТЕРЕНКО**

ФГАОУ ВО КФУ имени В.И. Вернадского г. Ялта (г. Ялта, Россия)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ**

Современные требования к общей математической подготовке в значительной степени ориентированы на развитие способности учащихся применять полученные в школе знания и умения в конкретных жизненных ситуациях. Для усиления практического аспекта математической подготовки школьников актуальной становится организация их практико-ориентированной деятельности, направленной на формирование умений, необходимых для решения средствами математики проблем повседневной жизни.

Как показывает школьная практика, в начале обучения в 5-м классе у значительного количества учеников исчезает интерес к изучению математики. Это может быть связано, прежде всего, с тем, что в течение первого семестра изучается тема «Натуральные числа», значительная часть материала которой хорошо известна ученикам начальной школы. Основной целью этой темы в 5-м классе является обобщение и систематизация имеющихся сведений о натуральных числах и действия с ними. Однако пятиклассники нередко воспринимают уроки математики как обычное повторение, считая, что они уже все знают и поэтому им не нужно прилагать особых усилий как по выполнению домашних задач, так и для работы на уроках. Это постепенно приводит к тому, что ученики, не понимая значения математики для своей дальнейшей жизни, учат ее только для того, чтобы иметь хорошую оценку. Данная ситуация школьной практики связана с рядом проблем: во-первых, неосведомленностью учителей математики основной школы с содержанием программы и учебников 1-4 классов (в частности учителя не всегда знают, какие свойства натуральных чисел ученикам уже известны, а какие встречаются впервые в 5-м классе); во-вторых невнимательное отношение части учителей к подбору дидактического материала уроков с опорой на знания учащихся, приобретенных в начальных классах.

Решение этих проблем связано с реализацией преемственности в изучении математики при переходе с одной ступени обучения к другой. Среди возможных путей решения данной проблемы при проведении уроков математики (и не только в начале 5-го класса), на наш взгляд, уместно обратить внимание на практико-ориентированные задания. Проблеме применения практико-ориентированных математических задач посвящены исследования И. Ганичева, В. Далингера, О. Епишевой, Ю. Колягина, В. Крупич, И. Малышева, М. Мичасовой, Н. Подходовой, Д. Пойа, В. Снегуровой, Е. Фефиловой, Л. Фридмана и др. Практико-ориентированные задачи по математике – такие задачи, основной целью которых является формирование у учащихся умений и навыков учащихся, необходимых для применения полученных математических знаний в различных сферах практической жизни человека [1, с. 15]. В соответствии с содержанием программы по математике для учеников 5-6-х классов целесообразно предлагать такие виды задач:

- построение и исследования диаграмм, графиков с последующим поиском информации;
- задания на измерения на местности;
- изготовление по разверткам моделей различных фигур и вычисление площадей поверхностей или объемов;
- задачи-оригами;
- составление учащимися «проблемно-жизненных» задач.

Примером составления «проблемно-жизненной» задачи является, например, следующая: традиционно ко Дню Святого Николая пекут сладости – чаще всего пряники. Рецепт приготовления очень прост и известен всем хозяйкам (250 гр. меда, 250 гр. сливочного масла (82,5 % жирности), 400 гр. сахара, 850 гр. муки, 4 яйца, 1 чайная ложка соды без горки, 1–2 чайной ложки корицы и имбиря). Подсчитайте, сколько стоит такая выпечка сегодня, если из указанного количества получается 50 штук?

Таблица 1. – Приблизительная стоимость ингредиентов

№	Ингредиенты	Стоимость
1.	1 кг муки	60 рублей.
2.	1 кг сахара	70 рублей
3.	1 кг меда –	650 рублей
4.	1кг масла –	440 рублей
5.	1десяток яиц	70 рублей



Рисунок 1. – Пряники

Приблизительная стоимость ингредиентов представлена в таблице 1, но будем считать, что сода, имбирь и корица есть на кухне у каждой хозяйки.

Вывод. Использование практико-ориентированных задач на уроках математики в 5-6 классах позволяет преодолеть отчуждение школьной математики от повседневности, формировать положительную учебную мотивацию учащихся к

дальнейшему изучению математики, способствует реализации преемственности в изучении математики на различных степенях школьного образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методика обучения математике : учебник для академического бакалавриата : в 2 ч. / под ред. Н. С. Подходовой, В. И. Снегуровой. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – Ч. 2. – 299 с.

**Л. А. ИВАНЕНКО<sup>1</sup>, О. В. СТАРОВОЙТОВА<sup>1</sup>, И. В. ШУРПАЧ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

<sup>2</sup>ГУО «Средняя школа № 13 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

#### **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАТРУДНЕНИЙ УЧИТЕЛЕЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Инновационные процессы являются закономерностью развития современного общества. Учитель, занимающийся инновационной деятельностью, находится сегодня в центре внимания педагогической теории и практики. Возникшая недавно, новая область знания – педагогическая инноватика – призвана выявить и обосновать законы, которым подчиняются нововведения в образовании. Несмотря на значительные за последние годы успехи ученых, здесь остается еще достаточно много нерешенных проблем. Выявление педагогических условий предупреждения и преодоления затруднений учителей в инновационной деятельности – одна из них.

Педагогическое новшество может быть двух видов: новация и инновация. Они отличаются характером новизны. Так, новация – это новое педагогическое средство (идеи, подходы, методы, технологии), комплекс элементов или отдельные элементы педагогического процесса, которые в представленном виде, в таких сочетаниях еще никем никогда не использовались, а инновация – это новое педагогическое средство (идеи, подходы, методы, технологии), комплекс элементов или отдельные элементы педагогического процесса, которые в представленном виде, в таких сочетаниях еще не использовались в данном образовательном учреждении или в деятельности отдельного субъекта [1].

В связи с этим инновационную деятельность учителя можно рассматривать, с одной стороны, как новационную, а с другой, – как собственно инновационную. Новационная деятельность учителя (новаторство) – составная часть его педагогической деятельности по созданию, проектированию, реализации, оценке и корректировке новации. Собственно инновационная деятельность учителя (инноваторство) – составная часть его педагогической деятельности по освоению, проектированию, реализации, оценке и корректировке инновации. Такое понимание инновационной деятельности позволяет, во-первых, не смешивать принципиально разные подходы к нововведениям, во-вторых, не отделять ее от педагогической деятельности.

Инновационный процесс – единство и взаимосвязь шести компонентов: поиск инновации, ее освоение, проектирование, реализация в педагогической практике,



оценка и корректировка. Новационный процесс – единство и взаимосвязь пяти компонентов: создание новации, ее проектирование, реализация в педагогической практике, оценка и корректировка (на практике реализуется в двух вариантах: от теории к практике и от практики к теории) [1].

Затруднение учителя в инновационной деятельности – это осознание им противоречия между необходимостью достижения определенной цели, обусловленной инновационной деятельностью, и отсутствием для этого соответствующих возможностей и путей ее осуществления.

А. Ф. Балакирев предлагает методику выявления затруднений учителей в инновационной деятельности. Она включает в себя программу изучения личности и деятельности инноватора: общие сведения об учителе; характеристику подготовленности учителя к инновационной деятельности; тематику инновационной деятельности учителя; характеристику личности учителя, раскрывающую основные подструктуры личности – социальную, психологическую, биологическую и подструктуру жизненного опыта; самооценку учителем его затруднений в инновационной деятельности; мотив инновационной деятельности учителя [1].

Затруднения, которые испытывают педагоги на различных этапах инновационного процесса, достаточно подробно раскрыты в работах А. Ф. Балакирева, Т. В. Морозовой.

В частности, классификация затруднений, представленная в работах А. Ф. Балакирева, раскрывает сущность проблем инновационной практики педагогов на основе внутренних и внешних факторов. К внешним факторам ученый относит проблемы материально-технического характера (недостаток научной и методической литературы, отсутствие необходимых технических условий и оплаты за инновационную деятельность, неосведомленность и невозможность посещения курсов повышения квалификации); проблемы, обусловленные спецификой педагогической деятельности (зависимость нововведения от восприятия его детьми, неприятие нововведения родителями или их незаинтересованность, непонимание коллег, администрации, недостаток помощи со стороны школьных психологов и другое); проблемы, обусловленные спецификой инновационной деятельности (большой объем необходимой для усвоения информации, отсутствие научных консультантов; отсутствие общения с коллегами других образовательных учреждений и др.).

К внутренним факторам относятся проблемы, обусловленные подготовкой к педагогической деятельности (отсутствие достаточных знаний в области педагогики; психологии); обусловленные теоретико-практической готовностью к инновационной деятельностью (теоретических знаний и умений в области педагогической инноватики), личностные проблемы (неуверенность в своей компетенции, наличие стереотипов, завышение требований к себе, неразвитые коммуникативные умения, неумение грамотно представить результаты, отсутствие желания выполнять необходимые действия, боязнь конфликтных ситуаций) [1].

Иначе оценивает профессионально-личностные проблемы педагога Т. В. Морозова. Обнаружение профессионально-личностных проблем и пробелов

инновационной практики, по словам Т. В. Морозовой, помогает систематизировать работу по развитию и саморазвитию специалистов [2].

Набор затруднений индивидуален как для отдельных педагогов, так и педагогических коллективов в целом, что обусловлено уникальностью профессионально-личностных характеристик основных субъектов инновационной деятельности.

В работах А. Ф. Балакирева сформулированы педагогические условия предупреждения и преодоления затруднений учителей в инновационной деятельности (далее ИД):

- 1) информирование учителей и студентов о встречающихся затруднениях в ИД и их причинах;
- 2) создание специальных ситуаций, направленных на актуализацию собственных затруднений учителей и студентов в ИД;
- 3) включение учителей и студентов в ИД;
- 4) развитие профессионально-значимых личностных качеств учителей и студентов: самостоятельности мышления, стремления повысить уровень обученности и воспитанности детей, собственного достоинства, потребности в самореализации.

Предупреждение и преодоление затруднений учителей в инновационной деятельности может осуществляться в разных направлениях: совершенствование учебного процесса вуза, где закладываются основы теории и практики педагогической деятельности; обучение в системе повышения квалификации учителей; специальную работу администрации школ с инноваторами [1].

На наш взгляд, для решения проблем, возникающих в инновационной деятельности педагогов, необходимо их педагогическое сопровождение на основе соответствующей программы профессионального развития педагога. Она является индивидуальной образовательной траекторией, раскрывающей содержание подготовки к инновационной деятельности на основе выделенных проблем, распределение функций между участниками педагогического сопровождения, выбор способов, средств и форм педагогического сопровождения педагога в ходе реализации инновационной деятельности. Это программа для каждого педагога индивидуальна и является продуктом совместного труда педагога и сопровождающего специалиста. Способами педагогического сопровождения инновационной деятельности выступают информирование, консультирование и обучение, расположенные по степени нарастания потребности педагога в сопровождении. В результате такой деятельности происходит формирование профессиональной компетентности и инновационной культуры учителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Балакирев, А. Ф. Затруднения учителей в инновационной деятельности: автореферат дис. кандидата педагогических наук : 13.00.01 / А. Ф. Балакирев. – Шуя, 2000. – 20 с.
2. Морозова, Т. В. Диагностика успешности учителя : сб. метод. мат-лов для директоров и заместителей директоров учебных заведений, руководителей школ / Т. В. Морозова. – 2-е изд., испр. и доп. – М., 2000. – 160 с.

**М. А. КАЛАВУР**

БрДУ імя А.С. Пушкіна (г. Брэст, Беларусь)

## **УНУТРЫПРАДМЕТНАЯ ІНТЭГРАЦЫЯ ПРЫ РАШЭННІ МАТЭМАТЫЧНЫХ ЗАДАЧ**

Унутрыпрадметныя сувязі пры рашэнні задач па матэматыцы ўзнікаюць пры інтэграцыі арыфметычных, алгебраічных і геаметрычных метадаў, паняццяў і ўласцівасцей.

На працягу XX стагоддзя было распрацавана шмат зборнікаў задач з высокім узроўнем інтэграцыі паміж алгебрай, геаметрыяй, трыганаметрыяй, арыфметыкай, аналітычнай геаметрыяй і вектарнай алгебрай. Найбольш вядомымі з'яўляюцца «Практычная матэматыка» Г. Сімандса, «Зборнік задач па матэматыцы» Л. Я. Ліпкіна, «Задачы на найбольшыя і найменшыя велічыні» А. Бяляева, «Асновы аналітычнай геаметрыі» І. Воінава, «Зборнік конкурсных задач па матэматыцы з рашэннямі» В. С. Кушчанка.

Найбольш падрабязна пытанне аб выкарыстанні задач у якасці сродка інтэграцыі алгебры і геаметрыі ў цяперашні час разглядаецца ў працах А. А. Аксёнава, Л. С. Капкаевай, Г. Н. Солтана.

А. А. Аксёнаў пад унутрыпрадметнымі сувязямі разумее і лагічныя сувязі вучэбнага матэрыялу, і аналітычнае выкарыстанне некаторых фактаў якой-небудзь тэорыі для рашэння канкрэтнай задачы без залежнасці ад тэарэтычных сродкаў, з дапамогай якіх яна сфармулявана і вырашана. Асноўную ўвагу аўтар адводзіць задачам на даследаванне.

Л. С. Капкаева ў артыкуле «Інтэграцыя алгебраічных і геаметрычных метадаў у рашэнні задач» азначае алгебраічны метадаў як «метадаў, які заключаецца ў выкарыстанні літар і літарных выказаў, над якімі па пэўных правілах ажыццяўляюцца пераўтварэнні» [1, с. 1]. Навогул, алгебраічны метадаў можна ахарактарызаваць як метадаў, які заснаваны на прымяненні алгебраічных ведаў і вылічэнняў у працэсе рашэння задач. Геаметрычны метадаў заснаваны на выкарыстанні геаметрычных уяўленняў, тэарэм, прыкмет геаметрыі, уласцівасцей геаметрычных фігур.

Для сістэматызацыі ведаў школьнікаў аб розных метадах рашэння задач можа выкарыстоўвацца наступная класіфікацыя алгебраічных і геаметрычных метадаў:

1) алгебраічныя метады:

- метадаў тоесных пераўтварэнняў;
- метадаў, які заснаваны на выкарыстанні раўнанняў, няроўнасцей і іх сістэм;
- функцыянальны метадаў;
- паэтапна вылічальны метадаў;
- вектарны метадаў;
- каардынаты метадаў;
- вектарна-каардынаты метадаў;

2) геаметрычныя метады:

- метадаў роўных трохвугольнікаў;

- метада паралелаграма;
- метада плошчаў;
- метада аб'ёмаў;
- метада падобнасці;
- трыганаметрычны метада (выраз суадносінаў паміж бакамі і вугламі трохвугольніка праз трыганаметрычныя функцыі);
- метада геаметрычных пераўтварэнняў;
- графічны метада.

Складанне падобнай класіфікацыі са школьнікамі дазволіць сфармаваць у іх дакладнае ўяўленне аб магчымасцях пошуку рашэння задач. Паступова такія задачы павінны ўскладняцца і абагульняцца ў працэсе авалодання школьнікамі новымі ведамі і метадамі. Мэтазгодна разглядаць іншыя спосабы рашэння папярэдніх задач з улікам атрыманых новых ведаў.

Інтэграцыя алгебры і геаметрыі рэалізуецца ў працэсе рашэння наступных класаў задач:

- 1) задачы, рашэнне якіх магчыма ажыццявіць некалькімі спосабамі (з выкарыстаннем алгебраічных і геаметрычных метадаў);
- 2) алгебраічныя задачы, для рашэння якіх патрэбна прымяненне геаметрычных метадаў (графічнае рашэнне раўнанняў і іх сістэм);
- 3) геаметрычныя задачы на вылічэнне, для рашэння якіх патрэбна прымяненне алгебраічных метадаў (рашэнне такіх задач зводзіцца да матэматычнага мадэлявання);
- 4) геаметрычныя задачы на доказ, якія патрабуюць алгебраічных выкладак;
- 5) задачы на параўнанне значэнняў геаметрычных велічыняў або доказ лікавых геаметрычных няроўнасцей;
- 6) геаметрычныя задачы з параметрамі (з дапамогай рашэння раўнанняў, няроўнасцей і іх сістэм знаходзіцца абсяг дапушчальных значэнняў параметра);
- 7) агульныя задачы без канкрэтных лікавых дадзеных;
- 8) задачы на аптымізацыю (на знаходжанне найбольшага (найменшага) значэння геаметрычнай велічыні).

У некаторых выпадках прымяненне алгебраічнага метада пры рашэнні геаметрычнай задачы або геаметрычнага метада пры рашэнні алгебраічнай задачы дазваляе атрымаць больш рацыянальнае і арыгінальнае рашэнне. Рашэнне такіх задач нярэдка выклікае ў школьнікаў цяжкасці. Асноўная цяжкасць заключаецца ў тым, што ім бывае складана дапусціць магчымасць рашэння алгебраічнай (геаметрычнай) задачы геаметрычным (алгебраічным) метадам. Вялікую ролю ў дадзеным выпадку выконвае правільная арганізацыя настаўнікам пошуку рашэння. Рашэнне падобных задач прыводзіць да неабходнасці арганізацыі даследчыцкай пазнавальнай дзейнасці школьнікаў.

## ЛІТАРАТУРА

1. Капкаева, Л. С. Интеграция алгебраических и геометрических методов в решении задач / Л. С. Капкаева // Математика. – 2003. – № 16. – С. 1–5.

**И. Н. КОВАЛЬЧУК, Т. Н. ЧЕБУРКИНА**

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

## **УСЛОВИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ К МАТЕМАТИКЕ**

В связи с постоянным развитием образования проблема формирования познавательного интереса не теряет своей актуальности. В настоящее время в центр образовательной работы выдвигается учащийся с его возрастающим потенциалом, познавательными интересами, способностями. Кроме того, формирование интереса к учению – важное средство повышения качества обучения. В условиях снижения мотивации к изучению математики у учащихся учреждений общего среднего образования и усилении требований к уровню их подготовки особенно актуальна проблема формирования познавательного интереса к изучению математики.

Согласны с Т. И. Ерофеевой, которая отмечает, что познавательный интерес к математике является избирательным и эмоционально окрашенным отношением учащегося к ней, которое проявляется в предпочтении данного вида деятельности по отношению к другим, а также в стремлении получать знания по математике и использовать их в самостоятельной деятельности [2, с. 20].

Для развития познавательных интересов по математике, на наш взгляд, необходимо выполнение следующих условий:

- 1) использовать всевозможные аспекты содержания учебного предмета математики (историзм, занимательные упражнения, кроссворды, задачи-шутки и т. д.);
- 2) применять нестандартные формы уроков, активные и интерактивные методы в процессе обучения;
- 3) использовать информационно-коммуникативные технологии обучения;
- 4) создавать благоприятную эмоциональную атмосферу обучения;
- 5) учитывать индивидуальные возможности учащихся и не допускать учебных перегрузок и переутомления.

Считаем, что основным каналом, по которому идёт формирование познавательных интересов, – это само содержание учебного предмета. Содержание учебного предмета математики может быть представлено через теоретический и практический материал.

Познавательный интерес возникает, если предлагаемая информация: заставляет удивляться, поражает воображение; заставляет задуматься; является основой для формирования понятий, законов, правил; нацеливает на внутриспредметные и межпредметные связи; ориентирована на использование в практической деятельности.

Важно подавать теоретический материал ёмко, не нагромождая его многими нюансами. Если же возникает такая необходимость, то подавать информацию интересно и увлечённо. Сведения из истории математики, исторические задачи, искусно вплетённые в ткань урока, заставляют учащихся удивляться, думать и восхищаться богатейшей историей этой многогранной науки. Применение исторического материала оживляет любой урок. Можно эту информацию на уроке

сообщить учителю, а иногда полезно предоставлять такую возможность самим учащимся. Рассказы об ученых-математиках интересны и поучительны, как и рассказы о происхождении, открытии различных понятий. Всего несколько минут с историческими фрагментами способны зародить неподдельный интерес к изучаемому материалу.

В системе образования занимательность всегда являлась средством активизации мыслительной деятельности учащихся. Поэтому использование занимательных задач при обучении математике уже давно не является редкостью. Важно постоянно использовать и органично вписывать в структуру урока занимательные задачи, ребусы, кроссворды.

Укрепление познавательного интереса учащихся к математике вполне возможно за счет использования задач с упором на жизненный опыт, в которых используются реальные и близкие для учащихся факты из жизни.

На успешность обучения математике, как и любого другого предмета, влияет не только само содержание изучаемого материала, но и формы и приемы подачи данного материала. Собственно, возникновение интереса у учащихся зависит в большей степени от методики ее преподавания, от того, насколько умело будет построена учебная работа.

Роль нестандартных уроков в образовательном процессе очень велика. Они оказывают огромное эмоциональное воздействие на учащихся и формируют устойчивый интерес к учению [3, с. 254].

Уроки с использованием метода проблемного изложения активизируют мыслительную деятельность учащихся и формируют познавательный интерес к предмету.

Большое значение играют творческие задания, которые позволяют преобразовать традиционные уроки математики, а также оптимизировать процессы понимания и запоминания учебного материала. Учитывая, что учащиеся хорошо запоминают то, над чем потрудились их руки (рисовали, чертили, вырезали, раскрашивали т. п.), можно успешно применять такую форму урока, как практическое занятие при обучении математике. В результате такой работы новые знания не поступают извне в виде информации, а являются внутренним продуктом практической деятельности самих учащихся. Например, по теме «Обыкновенные дроби» можно провести такую практическую работу. У каждого ученика цветные карандаши и раздаточный материал, а также индивидуальные задания на карточках.

*Задания по практической работе в тетрадях:*

1. Начертите квадрат со стороной 3 см. Разделите на 4 равные части. Закрасьте  $\frac{1}{4}$  часть квадрата.
2. Начертите отрезок длиной 5 см. Обведите красным карандашом  $\frac{5}{5}$  отрезка, жёлтым –  $\frac{2}{5}$  отрезка.
3. На рисунке изображена  $\frac{1}{3}$  часть веточки с одинаковыми листочками. Дорисуйте всю веточку.

Аналогичные практические работы можно организовать по многим темам.

Ценным методом стимулирования интереса к учению можно назвать метод познавательных игр, который опирается на создание в учебном процессе игровых ситуаций. Игра давно уже используется как средство возбуждения интереса к учению.

Игра служит активному обучению, нейтрализует перегрузки, способствует разрядке напряженности, создает благоприятную атмосферу учебной деятельности, повышает эффективность процесса обучения. Игра может иметь место на различных этапах урока: в его начале – для концентрации внимания, в середине – для небольшой разрядки, в конце – для повторения. Игры могут быть различными как по содержанию предлагаемого материала, так и по форме их проведения: игры-соревнования, игры-математические бои, игры-эстафеты, лото, кроссворды.

Применение интерактивных методов является важным условием для повышения познавательного интереса, так как в процессе моделируются такие ситуации, в которых учащиеся:

- не боятся высказывать собственную точку зрения;
- готовы принять помощь или оказать помощь товарищу;
- развивают умения анализировать свои поступки и происходящие события;
- испытывают чувство радости от совместного труда и творчества.

Например, можно использовать интерактивный приём – игровая разминка. Устный счёт в начале урока выполняет важную стартовую функцию с целью концентрации внимания учащихся на теме урока. Можно организовать устный счет с помощью «ромашки», на лепестках которой записаны примеры, или с помощью собираемых бус; это могут быть задания, выполнив которые, ученик должен сделать какое-нибудь действие, например, хлопнуть в ладоши, подняться с места и т. п. Такой интерактивный устный счёт служит хорошей мотивацией для изучения новой темы, демонстрирует важность внимательности и совместности действий.

Считаем, что применение интерактивных методов, способствующих усилению взаимодействия учащихся между собой, повышению их успешности, интеллектуальной состоятельности, познавательного интереса к обучению, делает продуктивным сам процесс обучения.

Специфика учебного предмета «Математика» в том, что требует использования большого количества наглядного материала. Велика роль опорных схем или карточек – информаторов в организации познавательной деятельности учащихся. Их лучше составлять вместе с учащимися на уроке в самом начале изучения темы, ими можно пользоваться, пока тема не исчерпана. Помогают они и при повторении.

Проблема обеспечения наглядным материалом может быть частично решена с помощью цифровых образовательных ресурсов. Весьма эффективными при изучении математики являются flash-анимации, анимационные модели, графические редакторы, интерактивные схемы и рисунки, компьютерные презентации. Применение мультимедиа-ресурсов позволяет обеспечить максимальный эффект обучения, так как в этом случае учебная информация будет представлена в различных формах и обеспечит комплексное воздействие на обучающегося. Использование информационно-коммуникационных технологий значительно способствует повышению познавательного интереса к математике.

Крайне необходимо в процессе стимуляции познавательной деятельности учащихся к математике создание благоприятной эмоциональной атмосферы обучения и положительного эмоционального тона учебного процесса, а также налаживание оптимистического подхода учителя к ученикам, способность учителя к эмпатии и рефлексии, доброжелательность, открытость и естественность учителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова, Н. И. Системно-деятельностный подход как основа формирования метапредметных результатов / Н. И. Аксенова // Теория и практика образования в современном мире : материалы междунар. науч. конф. / редкол.: Г. Д. Ахметова [и др.]. – СПб., 2012. – С. 140–142.
2. Ерофеева, Т. И. Как школьнику подружиться с математикой / Т. И. Ерофеева // Математика в школе. – 2002. – № 9. – С. 19–23.
3. Рапацевич, Е. С. Современный словарь по педагогике / Е. С. Рапацевич. – М. : Современное слово, 2001. – 928 с.

**Л. П. КОЗАК**

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

## **МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

Визуализация – метод, который представляет информацию в виде оптического изображения. (рисунки, фотографии, диаграммы, графики, схемы, карты, таблицы). Лучше всего технологию визуализации использовать для представления информации, которую невозможно увидеть (например, температуру). В организации современного занятия очень важно использовать средства визуализации. Это и есть приоритетное направление в деятельности при обучении математике [1].

Данная технология способствует обучающимся правильно воспринимать и обрабатывать полученную информацию: диаграммы, схемы, рисунки, карты памяти помогают усвоить большой объем информации, позволяют легко запоминать и проследить связь между блоками информации; помогают связать предложенную информацию в целостную картину; воспроизвести разные процессы и события; пересказать материал в увлекательной, запоминающейся форме. Считается, что зрение обеспечивает нам около 60 % информации. Используя средства визуализации на занятиях математики можно, понятно и доступно изложить изучаемую тему. Информация, представленная с помощью средств визуализации, сразу привлекает внимание к основному аспекту, демонстрирует закономерности, которые сложно уловить в тексте.

Качество современного урока повышается не только от получаемой на нем информации, но и от использования на нем приемов самостоятельной работы, работы с информацией: изучения, систематизации, обмена, эстетического оформления и демонстрации результатов. При умелом использовании средства визуализации информации позволят сделать каждый урок математики ярким и незабываемым.

Рассмотрим некоторые современные средства визуализации и то, с помощью каких инструментов она осуществляется, как ими пользоваться и использовать их в образовательном процессе [2].

Мультимедийная презентация – программа, которая может содержать текстовые материалы, фотографии, рисунки, слайд-шоу, звуковое оформление и дикторское



сопровождение, видеофрагменты и анимацию, трехмерную графику. Презентация многофункциональна и подходит для показа картинок, схем, видео и т. д., может применяться в процессе использования игровых технологий. В настоящее время именно она помогает представлять информацию удобным и простым для восприятия и усвоения способом.

Плакат – это наглядное изображение, которое учитель математики может использовать в самых различных ситуациях: реклама, агитация или обучение. Важно то, что плакат по своей сути – это средство предоставления информации, то есть основная его функция – демонстрация изучаемого материала.

Интерактивный плакат имеет способность активно и разнообразно реагировать на действия пользователя. Таким образом, интерактивный плакат – это средство предоставления информации, способное активно и разнообразно реагировать на действия того, кто им пользуется. Интерактивный плакат осуществляет тесное взаимодействие содержания плаката с самим пользователем. Интерактивность можно обеспечить за счет использования различных интерактивных элементов: кнопок перехода, ссылок, областей текстового или цифрового ввода.

Коллаж – это оригинальное изображение, созданное из нескольких или множества фотографий и картинок. Коллаж – это особый вид сообщения, в котором разнородные компоненты образуют одно визуальное целое. Можно создать коллаж вручную, используя картинки или фотографии. А можно использовать онлайн-инструменты.

Интеллект-карта – это инструмент, который помогает отобразить изучаемую информацию в виде дерева, позволяя эффективно структурировать и обрабатывать ее. Этот инструмент полезен на тех уроках математики, где требуется собрать общую картину и поэтапно проработать каждый ее элемент. При помощи таких карт можно и собирать информацию, и отсортировать нужное.

Скетч (эскиз, набросок, зарисовка) учит учащихся осмысливать, преобразовывать и запоминать информацию, выполняя простые наброски на бумаге карандашом или ручкой. Чтобы создавать скетчи, обладать умением хорошо рисовать необязательно.

Кластер – это графическая форма подачи информации, когда выделяются основные смысловые единицы, которые необходимо зафиксировать в виде схемы с обозначением всех связей между ними. Он представляет собой изображение, которое способствует систематизации и обобщению изучаемого материала.

Ментальная карта – это наглядное представление естественного течения мыслей от одной центральной идеи.

Во время выполнения практической работы актуально использовать прием отображения термина в образе, когда одна из операций заменяется изображением. При закреплении изученного материала на уроке возможно использование технологии фишбоун. В основе – схематическая диаграмма в форме рыбьего скелета. Эта графическая техника представления информации позволяет образно продемонстрировать ход анализа какого-либо явления через выделение проблемы, выяснение её причин и подтверждающих фактов и формулировку вывода по вопросу. В процессе составления «рыбьего скелета» учащиеся учатся работать в группе (парах);

анализируют причинно-следственные связи; ранжируют различные факторы по их значимости; развивают критическое мышление; обучаются давать оценку своим действиям.

Кроссенс – это термин, который создали по аналогии со словом «кроссворд», можно дословно перевести как пересечение не слов, а смыслов.

Скрайбинг – это процесс визуализации сложного материала простыми образами, при котором обработка образов происходит в процессе разбора информации. Особенность скрайбинга, по сравнению с другими способами донесения информации, в том, что он задействует одновременно зрение, слух и воображение. Важная функция данного способа подачи информации – быстро и качественно донести ее до обучаемых. Грамотное сочетание слов и иллюстраций, способное наглядно показать основные идеи изучаемого материала, – это и есть скрайбинг.

Инфографика – это графический способ подачи информации, целью которого является быстро и четко преподнести изучаемую информацию. Основная цель инфографики – совершенствование процесса восприятия информации, объяснение сложного материала простыми и понятными образами, передача данных в емком сообщении, которое выглядит интереснее и легче усваивается, чем сплошной текст.

Интерактивная доска удобна в обращении и является средством обучения, которое вызывает у обучаемых повышенный познавательный интерес. Важно выделить основные объекты изучения, умело и наглядно структурировать информацию, обратить внимание на цветовую схему представленных визуализированных объектов.

Таким образом, при визуализации учебной информации на уроках математики решается ряд педагогических задач: обеспечивается образное представление знаний и учебных действий, передаются знания и распознавание образов, формируется и развивается критическое и визуальное мышление, активизируется учебная и познавательная деятельность, обеспечивается интенсификация обучения, повышается визуальная грамотность и визуальная культура обучаемых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Далингер, В. А. Формирование визуального мышления у учащихся в процессе обучения математике : учеб. пособие / В. А. Далингер. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2015.
2. Башмаков, М. И. Развитие визуального мышления на уроках математики / М. И. Башмаков, Н. А. Резник // Математика в школе. – 1991. – № 1.

**А. А. ЛИТВИНЕНКО**

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района» (г. Мозырь, Беларусь)

### **РАЗВИТИЕ ИНТЕРЕСА У УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЧЕРЕЗ ИГРОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Ни одна область человеческой деятельности не может обходиться без математики. Но если спросить у школьников, какой предмет им нравится больше

других, то вряд ли большинство из них назовут математику, хотя относятся к ней серьезно. Математика является одной из самых сложных школьных дисциплин и вызывает трудности у многих учащихся. Некоторые вопросы школьной математики кажутся недостаточно интересными, порой скучными, поэтому одной из причин плохого усвоения предмета является отсутствие интереса. Задача каждого учителя – сделать процесс изучения математики интересным. Немаловажную роль в развитии интереса играют дидактические игры.

Дидактические игры создаются с целью развития познавательного интереса к изучению математики и формированию творческого мышления учащихся.

Дидактическая игра является ценным средством воспитания умственной активности детей. Она активизирует психические процессы, вызывает у учащихся живой интерес к процессу познания. В ней дети охотно преодолевают трудности, тренируют свои силы, развивают способности и умения. Она помогает сделать любой материал увлекательным, создает радостное рабочее настроение, облегчает процесс усвоения знаний.

Игры, применяемые на уроках математики, требуют напряжения мыслительной деятельности, повышают активность школьников, их стремление познакомиться с дополнительной литературой.

Особенность игр в том, что их можно проводить как на уроках математики, так и с успехом использовать при проведении внеклассных мероприятий, а также на занятиях в свободное от учебы время.

Очень часто на этапе устного счета провожу игру «Волшебная лестница». Класс делю на две команды. Из каждой команды вызываю к доске по одному учащемуся, которые округляют, устно вычисляют либо сравнивают числа на нижней ступеньке. Дальше их сменяют другие члены команды.

Остальные участники команды выполняют округление либо сравнение в тетрадях и проверяют результаты игроков, вышедших к доске. Если ответ неверный, то выходит другой член команды и исправляет решение, при этом не выполняя задание, размещенное на следующей ступеньке. Выигрывает та команда, которая первой достигает вершины лестницы.

На этапе актуализации знаний проверяю у учащихся знания теоретического материала посредством игры, используя игру «Ты – мне, я – тебе», в ходе которой учащиеся задают друг другу вопросы или примеры для вычисления, подготовленные заранее дома; либо игру «Математический футбол». Данная игра сопровождается отметкой. С критериями оценки знаний учащихся знакомя заранее. Учащегося вызываю к доске – «становится на ворота». Другие дети задают вопросы, разрешается «забить» десять голов-вопросов. Вопросы могут быть как по теме, которую изучили на предыдущем уроке, так и по другим, ранее изученным. Еще знание теоретического материала можно проверить посредством использования игры «Математическое домино», состоящей из 12-30 карточек, каждая из которых разделена чертой на две части – на одной записано задание, на другой – ответ к другому заданию; либо игры «Абракадабра», где среди множества букв необходимо отыскать слова, которые могут быть записаны в любом направлении, могут пересекаться. Каждое новое слово может быть продолжением другого. Когда вычеркнут все слова-ответы, в сетке останется

несколько букв. Выписав их, учащиеся узнают что-то интересное из истории математики.

Такие игры позволяют еще раз закрепить тему предыдущего урока, развивают внимание и память учащихся.

С большим интересом учащиеся выполняют задания, где какой-либо сказочный герой или мультяшный персонаж помогает восстановить утерянные записи, сообщив при этом историю о Вовочке, который пытался сорвать урок, стерев часть примеров. Такие задания занимают всего 5-7 минут урока и помогают актуализировать у учащихся значимый на уроке материал, формируют и развивают у учащихся умение рассуждать, аргументировать используемое правило, воспитывают внимательность, а она дает основание для формирования и развития математической грамотности, способствует развитию интереса к математике.

На этапе изучения нового материала провожу математические диктанты, тесты, задания со взаимопроверкой в форме игры. Например, для закрепления темы «Делители числа. Кратные числа» можно использовать игру «Ваш выбор». Возле доски учащиеся держат две коробки: на одной написано «делители числа», а на второй – «кратные числа». Каждому учащемуся даются карточки с числами. Затем учитель называет число, ребятам необходимо определить это делитель числа или кратное данному числу. Подходя к учащимся, дети опускают карточку в соответствующую коробку. Если учащийся ошибается, учитель или другие учащиеся исправляют ошибку, правильный ответ подтверждают правилом.

На этапе закрепления изученного материала можно использовать игры «Торопись, да не ошибись» либо в «Верю – не верю», которые позволяют определить уровень усвоения учащимися нового материала. Учитель зачитывает предложения по изученной теме, учащимся необходимо ответить правда это или нет. Для того чтобы не создавать шум на уроке, у каждого на столах есть карточки красного и зеленого цвета. Если высказывание верное, учащиеся поднимают зеленую карточку, если нет, то красную. Например, при изучении темы «Умножение десятичных дробей на натуральное число» либо темы «Умножение десятичных дробей» можно предложить игру «Математическое лото». В специальном конверте учащимся предлагается набор карточек. Обычно их больше, чем ответов на большой карте, которая тоже вложена в конверт. Учащиеся выполняют упражнения и накрывают этой карточкой соответствующий ответ на большой карте. Карточки накрываются лицевой стороной вниз. Если все примеры решены правильно, то обратные стороны положенных карточек составляют какой-либо рисунок, а если же были допущены ошибки, то картинка не получится.

Таким образом, в результате применения игр на уроках математики у учащихся формируется математическая грамотность, учащиеся приобретают уверенность в себе, учатся работать самостоятельно, повышают уровень своих знаний, проявляют интерес к науке, тем самым у них воспитывается ответственность, коллективизм как на отдельных этапах урока, так и на уроке в целом.

**В. С. МАРШАЛОВА**

ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ ИГР НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ**

Во всем мире активно расширяется предметно-информационная среда. Телевидение, видео, радио, компьютерные сети в последнее время обрушивают на учащихся огромный объем информации. Актуальной задачей школы становится развитие самостоятельной оценки и отбора получаемой информации.

С каждым годом дети все равнодушнее относятся к учебе. В старших классах у учеников снижается интерес к предмету информатика. В частности, язык программирования Pascal воспринимается учащимися как скучный и совсем неинтересный, хотя он является основой для дальнейшего изучения других языков программирования.

Снижение интереса происходит по следующим причинам:

- «надоедает» работать с компьютером;
- с появлением новых сложных тем угасает заинтересованность, появляется непонимание;
- учащиеся старших классов ориентированы на определенные предметы, которые им нужны в дальнейшем выборе профессии;
- из-за нехватки времени, так как идет усиленная подготовка к экзаменам и централизованному тестированию.

В связи с этим необходимо искать эффективные формы и методы обучения информатике, которые способствовали бы формированию познавательного интереса.

Одной из таких форм обучения является игра, способствующая практическому использованию знаний, полученных не только на уроке, но и во внеурочное время. Игра – это естественная для ребенка и гуманная форма обучения. Обучая посредством игры, мы учим детей не так, как нам, взрослым, удобно дать учебный материал, а как детям удобно и естественно его взять.

Главной целью применения игр является развитие устойчивого познавательного интереса у учащихся через разнообразные игровые формы обучения.

Игры решают следующие задачи:

Образовательные:

- способствуют усвоению учащимися учебного материала;
- способствуют расширению кругозора учащихся через использование дополнительных источников.

Развивающие:

- развивают у учащихся творческое мышление;
- способствуют практическому применению умений и навыков, полученных на уроке;
- развивают коммуникативные качества;

- развивают образную память, внимание, речь;
- развивают координацию и мелкую моторику.

Воспитательные:

- воспитывают нравственные взгляды и убеждения;
- способствуют воспитанию саморазвивающейся и самореализующейся личности.

Поэтому для активизации познавательного интереса учащихся на уроках информатики лучше использовать игровые элементы. Они могут быть использованы не только на игровых уроках, но и как отдельные элементы на других типах уроков. На уроках информатики можно использовать следующие игровые элементы:

- 1) интеллектуальная разминка;
- 2) анаграмма;
- 3) антианаграмма;
- 4) найди ответ;
- 5) разновидности кроссвордов;
- 6) ребусы;
- 7) мозаика;
- 8) танграм;
- 9) викторина.

В зависимости от темы урока и возраста учащихся можно использовать один или несколько игровых элементов на уроке.

Еще Лао Цзы говорил, что «человека нельзя научить, человек может лишь научиться». Из опыта работы можно сказать, что использование игр на уроках информатики является эффективным способом обучения для активизации познавательного интереса учащихся.

**Ю. В. НЕСТЕРОВИЧ**

ГУО «Лицей № 2 г. Минска» (г. Минск, Беларусь)

## **СРЕДСТВА ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

В настоящее время неотъемлемой частью осуществления образовательного процесса является использование информационных технологий. В условиях информатизации общества возникло понятие «дополненная реальность» [1], которая представляет собой технологию, позволяющую совмещать реальные и виртуальные объекты в реальном времени и обеспечивающую пользователя дополнительной информацией. По содержанию средства дополненной реальности можно разделить на идеальные (текст, иллюстрация, виртуальная демонстрация) и реальные (фото, видео, дополненное виртуальное виртуальными объектами).

Текст, представленный в электронном виде, является одним из средств идеальной дополненной реальности. Любой учебный текст выполняет познавательную функцию. С текстом, представленном в электронном виде, можно производить

дополнительную обработку (копирование, перемещение фрагментов, их удаление, выделение и др.), которая позволяет пользователю создавать свой продукт. Использование электронных иллюстраций как в тексте, так и отдельно позволяет учителю визуализировать рассматриваемый материал, создавать представление о сложных явлениях и процессах, изучаемых в физике. В сети интернет размещено достаточно большое количество изображений, рисунков, схем, моделей, которые учитель и учащийся может использовать в образовательном процессе.

Реализуя принцип психологии о том, что человеческий мозг лучше усваивает информацию, представленную в виде наглядных образов, учитель на уроке может комбинировать текст и иллюстрацию, что чаще всего реализуется в форме презентации. Помимо презентации, учитель может предложить учащимся составление интеллектуальных карт, логико-структурных схем, которые могут быть в том числе и интерактивными. При изучении таких тем, как «Производство и передача электроэнергии», «Тепловые двигатели», «Глаз как оптическая система. Очки» и др., учащиеся могут при самостоятельном изучении материала создать инфографику. Инфографика представляет собой обобщенную форму организации информации, включающую как визуальные элементы, так и тексты, поясняющие визуальную информацию [2].

Еще одним средством идеальной дополненной реальности является виртуальная демонстрация – программа, воспроизводящая на компьютере динамические изображения, создающие визуальные эффекты, имитирующая признаки реальных физических тел, устройств, явлений. Использование их позволяет формировать у учащихся образ физических моделей (например, модель атома, строения Солнечной системы), устройства и принцип работы механизмов (например, тепловой двигатель, ядерный реактор, трансформатор), представления о физических процессах (протекание электрического тока в цепи, ход лучей в линзах и др.). Кроме того, у некоторых виртуальных демонстраций представляется возможность задавать некоторые параметры, влияющие на процесс демонстрации (например, взаимное расположение зарядов при демонстрации линий напряженности электрического поля, длина волны падающего излучения при фотоэффекте), что создает условия для организации самостоятельного исследования учащимися.

Реальные средства дополненной реальности представляют собой фото- и видео материалы реальных объектов, процессов, которые могут быть дополнены поясняющими элементами. Так, в качестве иллюстративно-уточняющих средств дополненной реальности могут быть фото, полученные в жизни, на которых отмечены векторы физических величин. В учебниках физики Л. А. Исаченковой этот прием используется достаточно часто. Реально-демонстрационные средства дополненной реальности включают в себя видеодемонстрации явлений, процессов, которые происходят в реальности. Их можно использовать на уроке при отсутствии необходимого демонстрационного или лабораторного оборудования, а также при невозможности воспроизведения вживую демонстрируемых явлений (например, при изучении астрономии) или явлений, протекающих длительное время (например, электролиз). В группу реальных средств дополненной реальности можно отнести и компьютерные программы по обработке данных, полученных вживую

экспериментальным путем, в том числе и использование компьютерных цифровых лабораторий (например, ЦОР «Архимед», «einstein» и др.).

Таким образом, использование средств дополненной реальности при изучении физики является сегодня объективной необходимостью при осуществлении образовательного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, Ю. А. Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов / Ю. А. Кравченко, А. А. Лежебоков, С. В. Пашенко // Открытое образование. – 2014. – № 3. – С. 49–54.

2. Лаптев, В. В. Изобразительная статистика. Введение в инфографику / В. В. Лаптев. – СПб. : Эйдос, 2012. – 180 с.

**О. Н. ПИРЮТКО**

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

### **НЕКОТОРЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ К ФОРМИРОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Актуальность новых функций и роли образования на современном этапе развития страны определяется главной задачей образовательной политики – обеспечение современного качества образования на основе сохранения его фундаментальности и соответствия актуальным и перспективным потребностям личности, общества, государства.

Новые требования к специалисту включают его способность приобретать и развивать умения, навыки, способы деятельности, которые могут применяться или трансформироваться применительно к целому ряду практических ситуаций, его готовность осваивать новые технологии, решать новые профессиональные задачи. Востребовано новое качество образования, которое включает в себя освоение личностью универсальных способов деятельности (ключевых компетентностей) как основы функциональной грамотности и готовность применять их в зависимости от поставленной цели и вариантов сложившейся ситуации. Функциональная грамотность как образовательный результат рассматривается в следующих контекстах:

- как уровень знаний, умений и навыков, обеспечивающий эффективное функционирование личности в системе социальных отношений, который считается минимально необходимым для осуществления жизнедеятельности личности в конкретной среде;

- как характеристика, которая дается человеку, прошедшему определенный этап образования. Образование при этом рассматривается как сфера деятельности и средство, обеспечивающее определенный уровень грамотности;



- как результат метапредметного обучения.

Отсутствие функциональной грамотности проявляется при необходимости решать проблемы в случае изменения ситуации, образа жизни или профессиональной деятельности.

На формирование функциональной грамотности влияет большое число социальных факторов и современных общественных тенденций: супертехнологизация производственных и гуманитарных процессов, глобализация процессов развития, профессионализация и систематизация деятельности, формирование рыночных социальных отношений и т. д.

Для создания условий развития профессиональных компетенций педагогов по вопросам формирования функциональной грамотности обучающихся необходимо:

- выявить профессиональные дефициты будущих педагогических работников в области формирования функциональной грамотности обучающихся и организовать работу по их преодолению;
- обеспечить освоение способов, образовательных технологий, деятельностных форм, направленных на формирование функциональной грамотности учащихся УОСО;
- внедрить инновационные формы методического сопровождения;
- организовать работу профессиональных сообществ педагогов и будущих педагогических работников по вопросам формирования функциональной грамотности обучающихся;
- обеспечить внедрение в практику работы эффективных технологий формирования функциональной грамотности обучающихся.

Базовым условием достижения образовательных результатов педагогических работников по формированию функциональной грамотности обучающихся является владение системой классификации образовательных результатов в УОСО, представляющую собой иерархию мыслительных процессов 6 уровней:

1. Запоминание (remembering);
2. Понимание (understanding);
3. Применение (applying);
4. Анализ (analyzing);
5. Синтез (synthesizing);
6. Оценка (evaluating) по Блуму [1].

Каждому уровню соответствуют специальные глаголы-действия, с помощью которых формулируются образовательные результаты.

1. Знание. Эта категория обозначает следующие требования: воспроизводить термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы. Для математического профиля приоритетным является знание методических закономерностей процесса обучения математике.

2. Понимание. Показатель понимания – преобразование материала из одной формы выражения в другую, интерпретация материала, предположение о дальнейшем ходе явлений, событий. Обучающийся объясняет факты, правила и принципы; преобразует словесный материал в математические выражения; предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных.

Для математического профиля приоритетным является понимание как алгоритмов анализа условия задачи, так и алгоритмов решения задач, разработанных на основании классификации типов задач.

3. Применение. Обозначает умение использовать изученный материал в конкретных условиях и новых ситуациях. Обучающийся применяет правила, теоремы, определения понятий, алгоритмы в конкретных практических ситуациях; использует их в новых, в том числе и практических ситуациях, требующих видения математической составляющей проблемы. В соответствии с закономерностями формирования знаний происходит перенос сформированной системы приемов в различные сильно изменённые условия.

4. Анализ. Владеет умением разбить изучаемый материал на составляющие так, чтобы ясно выступала его структура.

Обучающийся вычленяет части целого; выявляет взаимосвязи между ними; определяет принципы организации целого; фиксирует ошибки, неточности в логике рассуждения; выявляет связь между данными отношениями и следствиями из них; оценивает зависимость между данными задачи.

5. Синтез. Умение объединять и устанавливать зависимости между элементами, чтобы получить характеристику целого изучаемого объекта.

Обучающийся использует алгоритмы анализа условия задач; предлагает план проведения эксперимента или других эвристических действий; составляет модели условия задач и математические модели решения задач.

6. Оценка. Умение оценивать значение того или иного компонента деятельности при освоении изучаемого материала, уровень применения математических знаний к решению практических задач.

Обучающийся оценивает логику построения обоснований; оценивает соответствие своих выводов имеющимся данным; оценивает значимость результата деятельности и эффективность приемов решения математических задач в различных изменённых ситуациях, в том числе различных областях жизни.

Образовательные результаты как средство осмысления, преобразования и развития преподавателем своей профессиональной деятельности требует создание конкретных индикаторов. Основными составляющими оценки готовности к формированию функциональной грамотности могут быть:

- умения решать математические задачи, выясняя математическую составляющую в различных областях жизни, используя при этом приобретенные в опыте практической деятельности знания, умения и компетенции;
- применение системы практические действий, отражающих сформированность функциональной грамотности;
- владение определенными стратегиями действий, регулирующих деятельность обучающихся по применению математической составляющей образовательных результатов в различных ситуациях реальной жизни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Таксономия Блума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ansya.ru/health/taksonomiya-bluma/main.html>.

**Ж. И. РАВУЦКАЯ**

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

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ  
НА ОСНОВЕ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ**

Одним из важных факторов в подготовке учителей физики является формирование ключевых компетенций, на базе которых закладываются профессионально-педагогические умения. Компетентность является интегративным качеством специалиста, владеющего разносторонними знаниями, умениями и навыками в профессиональной деятельности. Владение учителем физики способами применения на практике усвоенных знаний на основе выполнения соответствующих действий и операций проявляется, прежде всего, в умении решать физические задачи.

Механика является основой физики. Формирование физических понятий начинается именно с механики. Законы кинематики и динамики, законы сохранения импульса, сохранения и превращения энергии, хорошо усвоенные при изучении механики, позволяют более эффективно усваивать материал других разделов физики. Таким образом, решение задач на движение различных тел или частиц тела возможно на основе использования алгоритмов, применяемых в механике, но с учетом природы действующих сил [1; 2]. Рассмотрим конкретный пример.

Задача 1. Шарик, сделанный из материала, плотность которого в  $n$  раз меньше плотности воды, падает в нее с высоты  $H$ . На какую глубину  $h$  он погрузится?

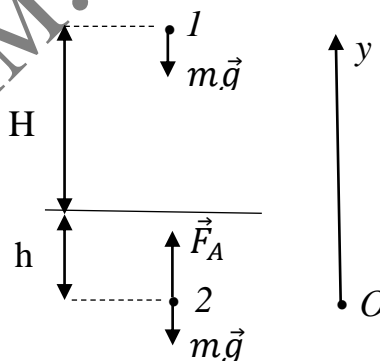
Дано:

$$\rho_{\text{в}} = n\rho_{\text{ш}}$$

$H$

$h - ?$

Решение:



1. На шарик действуют силы:  $m\vec{g}$  – со стороны Земли;  $\vec{F}_A$  – со стороны воды.
2.  $m\vec{g}$  – консервативная сила;  $\vec{F}_A$  – внешняя сила.
3. Начало отсчета выберем в точке 2, ось  $Oy$  направим вертикально вверх.
4. Так как система не является замкнутой, то на основании закона превращения энергии можно записать:

$$\Delta E_{\text{к}} + \Delta E_{\text{п}} = A_{\text{вн}} \quad (1)$$

$$5. \Delta E_{\text{к}} = E_{\text{к}2} - E_{\text{к}1} = 0; \Delta E_{\text{п}} = E_{\text{п}2} - E_{\text{п}1} = -mg(H + h); A_{\text{вн}} = -F_A h.$$

6. Подставляя  $\Delta E_{\text{к}}$ ,  $\Delta E_{\text{п}}$  и  $A_{\text{вн}}$  в соотношение (1), получим

$$-mg(H + h) = -F_A h.$$

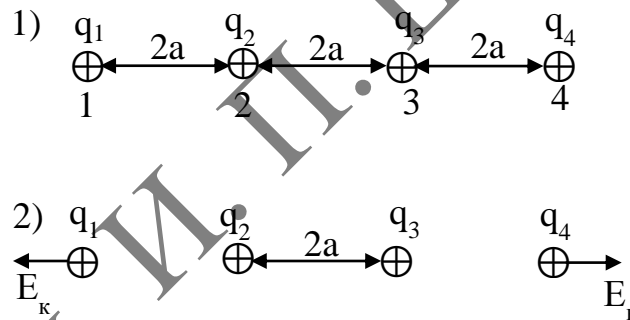
С учетом того, что  $m = \rho_{\text{ш}}V$ ,  $F_A = \rho_{\text{в}}gV$ , получим

$$\rho_{\text{ш}}Vg(H + h) = \rho_{\text{в}}gVh; \rho_{\text{ш}}(H + h) = n\rho_{\text{ш}}h;$$

$$H + h = nh; H = h(n - 1) \Rightarrow h = \frac{H}{n - 1}.$$

Задача 2. Четыре маленьких одноименных шарика с зарядом  $q$  каждый удерживаются в вакууме вдоль одной прямой на расстоянии  $2a$  друг от друга тремя нитями. Какую максимальную кинетическую энергию приобретет каждый крайний шарик, если обе крайние нити одновременно пережечь?

Дано:	Решение:
$q$	
$2a$	
$E_{\text{к}} - ?$	



1. На заряженные шарики действует только сила кулоновского взаимодействия.
2.  $\vec{F}_{\text{к}}$  – консервативная сила.
3. Так как система является замкнутой и в ней действует только консервативная сила, то на основании закона сохранения энергии можно записать

$$\Delta E_{\text{к}} + \Delta E_{\text{п}} = 0 \quad (2)$$

$$4. \Delta E_{\text{к}} = E_{\text{к}2} - E_{\text{к}1} = 2E_{\text{к}}; \Delta E_{\text{п}} = E_{\text{п}2} - E_{\text{п}1}.$$

Потенциальная энергия электростатического поля системы  $n$  неподвижных точечных зарядов:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \varphi_i,$$

где  $q_i$  – заряд в некоторой точке,  $\varphi_i$  – потенциал поля в этой же точке.

Применительно к системе четырех одинаковых точечных положительных зарядов  $q$ :

$$E_{п1} = \frac{1}{2}(q\varphi_1 + q\varphi_2 + q\varphi_3 + q\varphi_4) = \frac{q}{2}(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4).$$

Для системы зарядов, расположенных на одной прямой на расстоянии  $2a$  друг от друга, потенциал  $\varphi_1$  поля в точке 1, созданного зарядами  $q_2, q_3, q_4$ , равен:

$$\varphi_1 = k \frac{q_2}{2a} + k \frac{q_3}{4a} + k \frac{q_4}{6a} = \frac{11kq}{12a}.$$

В силу симметрии  $\varphi_4 = \varphi_1$ .

Потенциал  $\varphi_2$  поля в точке 2, созданного зарядами  $q_1, q_3, q_4$ , равен:

$$\varphi_2 = k \frac{q_1}{2a} + k \frac{q_3}{2a} + k \frac{q_4}{4a} = \frac{5kq}{4a}.$$

В силу симметрии  $\varphi_3 = \varphi_2$ .

Таким образом,

$$E_{п1} = \frac{q}{2} \left( 2 \frac{11kq}{12a} + 2 \frac{5kq}{4a} \right) = \frac{13kq^2}{6a}; \quad E_{п2} = \frac{kq^2}{2a}.$$

Изменение потенциальной энергии системы зарядов

$$\Delta E_{п} = E_{п2} - E_{п1} = \frac{kq^2}{2a} - \frac{13kq^2}{6a} = -\frac{10kq^2}{6a} = -\frac{5kq^2}{3a}.$$

5. Подставляя  $\Delta E_{к}$  и  $\Delta E_{п}$  в соотношение (2), получим

$$2E_{к} - \frac{5kq^2}{3a} = 0 \Rightarrow E_{к} = \frac{5kq^2}{6a}.$$

Такой подход позволяет формировать обобщенные умения по решению физических задач, что способствует формированию системы знаний, повышению качества профессиональной подготовки студентов, формированию у них профессиональных компетенций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Редькин, В. П. Введение в физику. Механика / В. П. Редькин, Ж. И. Равуцкая. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2011. – 140 с.

2. Редькин, В. П. Методология изложения механики в школьном курсе физики: работа силы. Закон сохранения и превращения энергии / В. П. Редькин, Ж. И. Равуцкая // Фізика: проблеми викладання. – 2011. – № 1. – С. 12–16.

**Г. Д. СВЕНТЕЦКАЯ**

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района» (аг. Козенки, Беларусь)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ НА УРОКАХ ФИЗИКИ**

В последнее время деятельность человека оказывает губительное по масштабам и интенсивности воздействие на окружающую среду и системы жизнеобеспечения.

Среди целей образовательного стандарта определяется «формирование ценностного отношения к здоровому образу жизни и окружающей среде», ожидаемые результаты базового образования – «учащийся, владеющий основами знаний в области охраны окружающей среды и природопользования» [1]. Таким образом, перед учителем стоит задача подготовить учащихся к осмыслению экологических проблем и путей их практического решения. Учебный предмет «Физика» позволяет реализовать задачи экологического воспитания: формирование бережного отношения к окружающей среде, понимания значимости проблемы экономии и бережного отношения к природным ресурсам, готовности к практической деятельности по реализации экологических идей. Экология – это наука о взаимосвязях в природе, а физика – наука о природе. Именно физика лежит в основе научно – технического прогресса, который внес изменения в природу. Проблемы экологии на уроке можно связывать с изучаемым материалом, при решении физических задач, проведении учебного физического эксперимента, а также при организации учебной исследовательской деятельности.

Рассмотрим решение на уроках физики такой экологической проблемы, как парниковый эффект на Земле.

Причины возникновения парникового эффекта на Земле: сжигание топлива, увеличение количества отходов от производственной деятельности человека, увеличение автомобильного транспорта, сокращение лесопарковой зоны.

Тема. Экологические проблемы использования тепловых двигателей.

Задача «Автомобиль и выбросы углекислого газа»

Автомобиль при движении по городу в среднем потребляет 10 л бензина на 100 км. При сгорании 1 л бензина в атмосферу выделяется 2,36 кг  $\text{CO}_2$ . Сколько  $\text{CO}_2$  автомобиль выбрасывает в атмосферу за день, за год, если владелец в среднем проезжает на нем 50 км в день? Сколько  $\text{CO}_2$  не попадет в атмосферу во время проведения акции «День без автомобиля», если 50 тысяч автомобилистов вашего города воспользуются в этот день услугами общественного транспорта?»

Предполагаемый результат. Расчет выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу поможет учащимся осознать важность проблемы загрязнения воздуха, его связь с глобальными изменениями климата и личную ответственность каждого, что самый маленький вклад, сделанный большим количеством людей, может привести к ощутимым положительным результатам.

Учащиеся высказываются «за» и «против» тепловых двигателей, предлагают пути решения проблемы загрязнения окружающей среды.

«За»: тепловые двигатели способствуют экономическому развитию, создают комфортные условия для жизни, удовлетворяют потребности человека в передвижении.

«Против»: загрязняют атмосферу, повышают температуру окружающей среды, истощают природные ресурсы, влияют на здоровье людей.

Пути решения проблемы: использование альтернативного топлива, источников энергии, увеличение экономичности тепловых двигателей и теплоэлектростанций, проведение озеленения, воспитание культуры поведения людей.

#### Практическое задание «Изготовление биотоплива»

Получите биодизельное топливо из растительного масла в лабораторных условиях.

Оборудование: растительное масло 1 литр, гидроксид натрия 3,5 грамма, метиловый спирт 200 мл, стеклянный сосуд.

Внимание! При изготовлении биотоплива из растительного масла необходимо соблюдать правила безопасного поведения, работать в резиновых перчатках и спецодежде под наблюдением учителя.

Порядок выполнения:

1. Смешать метанол и гидроксид натрия до полного растворения гидроксида натрия, затем к этой смеси добавить растительное масло. Продолжить смешивание в течение 30 минут.
2. Полученную смесь вылить в стеклянную банку.
3. Жидкость разделяется на слои. Нижний слой – глицерин. Верхний слой – биодизельное топливо.

Предполагаемый результат. Учащиеся сформируют исследовательские умения и навыки, проявят интерес к получению и использованию экологически чистых источников энергии.

Тема. Горение топлива. Удельная теплота сгорания топлива

#### Практическое задание «Макулатура и парниковый эффект»

Рассчитайте, сколько можно сберечь древесины, если каждый учащийся вашей школы в год экономит одну тетрадь. На производство 1 тонны бумаги расходуется  $2,5 \text{ м}^3$  древесины, плотность бумаги  $700 \text{ кг/м}^3$ .

Предполагаемый результат. Учащиеся осознают, что, собирая макулатуру, экономно расходуя бумагу, сохранят деревья, которые поглощают углекислый газ. Ведь одно дерево за год в среднем поглощает около 6 килограммов углекислого газа, а за 40 лет – 250 килограммов; 1 гектар древесных насаждений может задержать до 18 тонн промышленной пыли и поглотить до 700 килограммов сернистого газа.

Органическое топливо является исчерпаемым источником энергии, следовательно, перед учителем стоит задача сформировать представление у учащихся об альтернативных источниках энергии. Проблемы, связанные с использованием различных источников энергии, традиционных и нетрадиционных, рассматриваются при решении следующих задач.

#### Задача «Горение каменного угля»

Рассчитайте количество выделившейся серы при горении каменного угля за отопительный сезон квартиры, в которой вы проживаете.

Предполагаемый результат. Учащиеся, выполнив расчеты, придут к выводу: если для отопления половину использованного каменного угля заменить на сухой кизяк, то уменьшится выброс в атмосферу не только серы, но и сажи, метана, азота и прочих вредных веществ. Одновременно снизится выделение теплоты и углекислого газа, которые создают парниковый эффект.

Элементы экологии и охраны окружающей среды можно использовать для постановки учебной проблемы. Например, при изучении темы «Звуковые волны

и колебания» рассматривается загрязнитель окружающей среды – шум. Для создания проблемной ситуации учащимся можно рассказать о звуках, которые издают дельфины, о том, как перед Куликовской битвой князь Дмитрий Донской выехал на разведку и, приложив ухо к земле, услышал конский топот. Затем перед учащимися ставится проблема: «Как можно объяснить данные явления? Какие звуки менее опасны для человека?»

Обсуждая вопросы экологии, учащиеся приобретают умение обоснованно отстаивать свое мнение.

Выполняя практическое задание по изучению шумового загрязнения, учащиеся формируют исследовательские умения, познавательный интерес к изучаемой теме.

#### Практическое задание «Изучение шумового загрязнения»

Цель: предполагается, что учащиеся оценят степень шумового загрязнения в разных местах школы и пришкольной территории.

Оборудование: шумомер.

Порядок выполнения работы.

1. Измерить уровень шума вблизи дороги, расположенной около школы.
2. Измерить уровень шума в коридоре школы и в кабинетах, на перемене и на уроках, в спортивном зале.
3. Предложить учащимся выучить правило на перемене в шумной аудитории и в тишине. Сделать вывод о влиянии шума на память.

Предполагаемый результат. Наиболее шумные участки пришкольной территории: проходящая вблизи школы автомобильная дорога; пластиковые окна снижают уровень шума в школьных кабинетах; шум оказывает влияние на память и на состояние здоровья.

Вопросы для обсуждения.

1. Всегда ли шум вреден? Приносит ли шум пользу? (Так как шум способен рассеивать и осажать пыль, его используют на предприятиях для очистки воздуха).
2. Предложите способы ослабления городского шума. (Так как зеленые насаждения способны значительно снизить шум, необходимо сажать кустарники и деревья. Разговаривать в школе, дома, в общественных местах тихо, не слушать громкую музыку).

Предложенные задачи и эксперименты можно использовать на уроках, на факультативных занятиях, при организации внеклассных мероприятий. Выполняя данные задания, учащиеся приобретают следующие экологические знания: методы освоения и использования чистых источников энергии, рациональное использование природных ресурсов; активизируют познавательную деятельность, формируют высокие моральные качества, ответственность за будущее нашей планеты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт базового образования [Электронный ресурс] : постановление Министерства образования Респ. Беларусь 26 дек. 2018 г., № 125 // Национальный институт образования. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2019/01/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 25.12.2019.



**Л. Л. ТУХОЛКО, А. С. ЮБКО**

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

## **МОТИВАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЕДУЩИМИ МОТИВАМИ НА УРОКЕ ИЗУЧЕНИЯ НОВОГО МАТЕРИАЛА ПО МАТЕМАТИКЕ**

Необходимость мотивации учебно-познавательной деятельности объясняется особенностями нейрофизиологических механизмов человеческого мозга. В монографии [1] описана модель пофазового усвоения знаний, согласно которой «первая фаза усвоения знаний – импрессионг (от англ. Impression – *впечатление*). На нейрофизиологическом уровне первой фазе усвоения знаний соответствует процесс генерализованной активации мозга – формируется «эскизная» нейросеть, объединяющая избыточное количество нейронов. Происходит формирование доминирующей познавательной мотивации, определяющей готовность к усвоению учебного материала», «... на фазе импрессионга используются учебные мероприятия, цель которых сформировать яркие обобщенные представления, включить их в логическую схему базы знаний для установления ассоциативных связей» [1]. Поэтому перед изучением нового материала учителю важно дать импульс каждому ученику с учетом различий ведущих мотивов их учебно-познавательной деятельности.

В работе [2] сделан вывод о том, что на учебно-познавательную деятельность социально мотивированных учащихся можно повлиять с помощью практико-ориентированных задач; у обучаемых с ведущими познавательными мотивами в обучении познавательный интерес можно вызвать проблемными задачами, указывающими на разрыв между имеющимися у них и недостающими знаниями; мотивировать учащихся, расположенных к творчеству, можно с помощью задач, включающих их в преобразовательную деятельность, например, задач конструктивного характера. Возникает вопрос: как на одном уроке обеспечить мотивацию учащихся с различными ведущими мотивами учебно-познавательной деятельности?

Основываясь на приведённых выводах и знаниях из нейрофизиологии, мотивационно-ориентировочный этап урока (он охарактеризован в пособии [3]) при изучении нового материала по математике можно технологизировать:

1) После приветствия и сообщения направления деятельности в заключение актуализации опорных знаний предлагается задача, на основе которой ставятся проблемные вопросы с целью мотивации деятельности учащихся с ведущими познавательными мотивами.

2) Далее объявляется тема урока, сообщается, что приобретённые в ходе её изучения знания применяются в различных сферах деятельности, и в качестве примера приводится практико-ориентированная задача (если это возможно), адресованная социально-мотивированным учащимся.

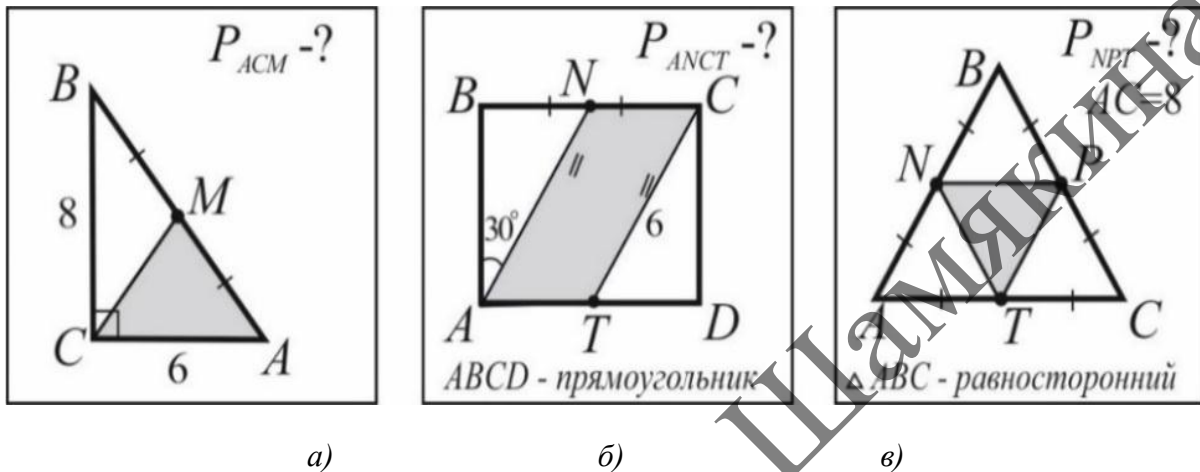
3) Затем после формулирования целей и плана урока анонсируется интересная задача конструктивного характера, рассчитанная на учащихся, расположенных к творчеству.

Приведем фрагмент урока по теме «Средняя линия треугольника», иллюстрирующий реализацию предложенной технологии.

1. *Приветствие, сообщение направления деятельности, актуализация опорных знаний, постановка проблемных вопросов.*

– Здравствуйте, садитесь, запишите дату, «Классная работа». Сегодня мы изучим новый материал, но для начала подготовимся.

– Решите задачи на готовых чертежах, ответы обоснуйте. Работаем вместе.



**Рисунок 1. – Задачи на готовых чертежах для актуализации опорных знаний и создания проблемной ситуации перед изучением темы «Средняя линия треугольника»**

В ходе обсуждения решений задач по рисункам 1 а) и б) акцентируется внимание на определениях понятий «медиана треугольника», «параллелограмма» и свойстве противоположных сторон параллелограмма. При обсуждении решения задачи по рисунку 1 в) ставятся следующие проблемные вопросы:

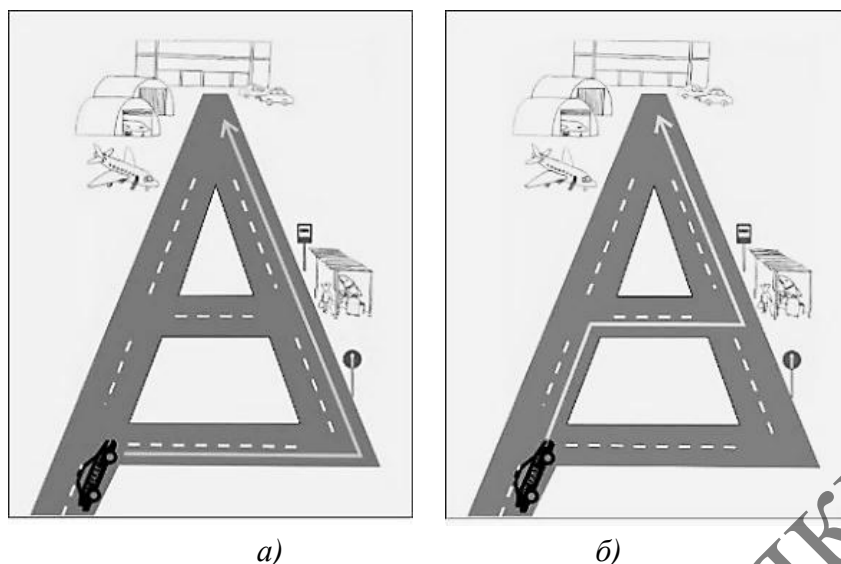
1) Отрезок  $CM$ , изображённый на рисунке 1 а), называется медианой треугольника  $ABC$ . Как называются отрезки  $NT$ ,  $NP$ ,  $PT$ , изображённые на рисунке 1, в)?

2) Вы заметили, что  $NP = \frac{1}{2}AC$ . Выполняется ли это равенство, если  $\triangle ABC$  равнобедренный?

2. *Сообщение темы урока, усиление мотивации.*

– Сегодня вы сможете ответить на эти вопросы. Запишите тему урока: «Средняя линия треугольника».

– Понятие средней линии треугольника часто используется при решении геометрических задач и обладает свойством, знание которого выручает при решении практических задач. Например, водителю такси нужно завести пассажиров в аэропорт, забрав их с остановки (демонстрация рисунка 2). «Какой путь из тех, которые изображены на рисунке 2, короче? После изучения темы вы сможете обоснованно ответить на этот вопрос. (Демонстрация рисунка прекращается.)



**Рисунок 2. – Иллюстрация к практико-ориентированной задаче для мотивации учебной деятельности при изучении средней линии треугольника**

*3. Формулирование целей и плана урока, усиление мотивации.*

– Если на уроке изучается новое понятие, то что о нём нужно знать после изучения темы? (*Предполагаемый ответ: «Определение, признаки, свойства»*) Что нужно уметь? (*«Решать задачи с применением новых знаний»*).

План такой:

- 1) Изучим определение средней линии треугольника.
- 2) Сформулируем и докажем её свойство.
- 3) Сформулируем признак средней линии треугольника (его нет в учебнике).
- 4) Решим задачи из предложенного списка.
- 5) Проведём короткую диагностическую работу.

– Тех, кто справится с решением задач раньше, ждёт интересная задача.

(*В данный момент она не предъявляется.*)

Задача. С помощью циркуля и линейки постройте треугольник, если заданы середины двух его сторон и длины высоты и медианы, проведённых к третьей стороне.

Реализация этого фрагмента занимает около 10 минут, при этом достигаются все цели мотивационно-ориентировочного этапа урока и создаются условия для мотивации учащихся с различными ведущими мотивами учебно-познавательной деятельности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Карпенко, М. П. Мозг и обучение. Основы когнитивной нейрологии [Электронный ресурс] / М. П. Карпенко // Телеобучение. – М. : СГА, 2008. – Режим доступа: <https://textarchive.ru/c-2615951-pall.html>. – Дата доступа: 16.01.2022.

2. Тухолко, Л. Л. Типология задач для мотивации учебно-познавательной деятельности учащихся при изучении планиметрии / Л. Л. Тухолко, Е. Я. Залеская, А. С. Юбко // Математическое образование: цели, достижения и перспективы : междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25-26 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: С. И. Василец [и др.]. – Минск, 2021. – С. 105–108.

3. Кузнецова, Е. П. Педагогическая практика на IV курсе физико-математического факультета (математика) : рабочая тетрадь / Е. П. Кузнецова, Л. Л. Тухолко. – Минск : БГПУ, 2019. – 32 с.

**М. В. ФЕДОРЕНКО, Е. П. КРАСИЮК**

ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО УРОКА ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ИНФОРМАТИКА» В РЕЖИМЕ ОНЛАЙН**

На современном этапе качество образования является ключевой проблемой сохранения, укрепления и развития интеллектуального потенциала страны в XXI веке. Ведь в современном обществе востребована активная личность, способная ориентироваться в бесконечном информационном потоке, готовая к непрерывному саморазвитию и самообразованию.

Стремительное развитие науки, техники и информационных технологий обуславливают необходимость изменений не только в содержании образования, но и в формах обучения. Одно из развивающихся понятий современной дидактики на сегодняшний день является дистанционное обучение. Рассматриваются различные трактовки определению «дистанционное обучение». На наш взгляд, определение, описанное в [1], отражает в достаточной мере смысл интересующего нас термина, в нем дистанционное обучение рассматривается как форма обучения, при которой взаимодействие учителя и учащихся и учащихся между собой осуществляется на расстоянии и отражает все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения), реализуемые специфическими средствами интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность.

Основу дистанционного обучения составляют дистанционные уроки, которые проводятся на расстоянии.

Дистанционный урок – это форма организации дистанционного занятия, проводимая в определенных временных рамках, при которой педагог руководит индивидуальной и групповой деятельностью учащихся по созданию собственного образовательного продукта, с целью освоения учащимися основ изучаемого материала, воспитания и развития творческих способностей [2].

Дистанционные уроки могут проходить как в асинхронном режиме связи (офлайн), так и в синхронном режиме связи (онлайн) [3].

Дистанционный урок в асинхронном режиме связи (офлайн) предполагает одновременное участие учителя и учащихся в образовательном процессе. Каждый субъект обучения «заходит» в то или иное место занятий и ведет там свою деятельность.

Дистанционный урок в синхронном режиме связи (онлайн) представляет с собой взаимодействие между учителем и учащимися одновременно в режиме реального времени [4].

Рассмотрим пошаговую реализацию дистанционного урока в режиме онлайн на платформе ZOOM по учебному предмету «Информатика» в 9 классе на тему «Поиск информации в сети Интернет».

*Шаг 1.* Приветствие учащихся. Учитель организует доброжелательный настрой и предлагает учащимся поприветствовать друг друга с помощью смайлов в чате. Просит учащихся перейти по ссылке из чата и делает акцент на карте оценивания, которая представляет собой таблицу, разделенную на шесть столбцов. Первый столбец для баллов, которые получают учащиеся после прохождения тестирования. Второй столбец для баллов, которые получают в зависимости от того, как будут работать в группе. Третий столбец для баллов, которые получают при выполнении практической работы. Четвертый столбец для дополнительных баллов, которые будут получать за активную работу во время урока. Пятый и шестой столбцы хранят в себе общее количество набранных баллов и итоговые отметки за урок соответственно, которые вычисляются автоматически.

*Шаг 2.* Учитель предлагает учащимся пройти по ссылке из чата и выполнить тест «Организация сети Интернет», а затем внести в соответствующий столбец карты оценивания полученный балл.

*Шаг 3.* Учащимся демонстрируется три кроссенсы, в каждом из которых зашифровано одно слово. Им необходимо найти связь между изображениями. После того как все слова будут расшифрованы, учащимся нужно составить из них предложение, которое будет служить темой урока. Учитель ставит проблемную ситуацию посредством следующих вопросов: «Какие выделяют способы поиска информации в сети Интернет? Что означают понятия «поисковые каталоги» и «поисковые системы»? От чего зависит эффективность поиска информации? Какие существуют способы сохранения информации в сети Интернет?». Совместно с учащимися формулируются цели урока, которые выводятся на экран.

*Шаг 4.* Учитель делает акцент на том, что итоговая отметка за урок будет отражать индивидуальные учебные достижения каждого учащегося. Автоматически делит учащихся на две группы (отдельные сессионные залы), используя возможности Zoom. При этом группы обладают возможностями обмена аудио, видео и экранами мониторов, могут писать в чат и вести запись обсуждения, а также могут запросить помощь и пригласить в свою комнату учителя. Предлагает учащимся, используя учебник по информатике 9-го класса, подготовить интеллект-карту (1-ая группа: «Способы поиска информации в сети Интернет»; 2-ая группа: «Способы сохранения различного вида информации из сети Интернет») в программе Google Jamboard. После отведенного времени каждая группа представляет свою интеллект-карту. Если после выступления у группы, которая слушает, возникают вопросы, тогда начинается беседа. Если в процессе беседы группа, которая выступает, не может ответить на заданный вопрос, тогда на помощь выступающей группе приходит учитель. Как только все группы выступают, учитель при необходимости дополняет и обобщает некоторые моменты, которые не рассмотрели учащиеся.

*Шаг 5.* Учитель предлагает учащимся выполнить упражнения по видеоролику.

*Шаг 6.* Учитель предлагает учащимся выполнить практическое задание.

Задание. Плакат «Город, который я люблю!»

Используй поисковую систему для поиска фотографий, интересных мест и текстовой информации о выбранном вами городе. Создайте плакат в программе Google Jamboard на подписанном слайде, используя все ее возможности.

*Шаг 7.* Задаёт домашнее задание на дом. Предлагает учащимся перейти на карту оценивания и увидеть свою итоговую отметку за урок, а также предлагает учащимся зайти на сайт [www.menti.com](http://www.menti.com) для создания облака слов и словосочетаний, связанных с темой урока.

Делая выводы, можно сказать, что описанный выше план организации дистанционного урока помогает качественно организовать образовательный процесс при проведении дистанционных уроков в синхронном режиме связи (онлайн). Считаем, что будущее страны за учителями нового формата, которые способны работать с поколением так называемых «цифровых детей».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полат, Е. С. Теория и практика дистанционного обучения : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева ; под ред. Е. С. Полат. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.

2. Методические рекомендации по организации образовательного процесса с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения для педагогических работников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://iro.ranepa.ru/files/docs/ep/cdpo\\_brpk\\_metodrekomendacii.pdf](https://iro.ranepa.ru/files/docs/ep/cdpo_brpk_metodrekomendacii.pdf). – Дата доступа: 01.12.2021.

3. Даутова, О. Б. Педагогические технологии для старшей школы в условиях цифровизации современного образования : учеб.-методическое пособие для учителей / О. Б. Даутова, О. Н. Крылова. – СПб. : КАРО, 2020. – 176 с. – (Петербургский вектор введения ФГОС ООО).

4. Хуторской, А. В. Педагогика. Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / А. В. Хуторской. – СПб. : Питер, 2019. – 608 с. : ил. – (Серия «Учебник нового века»).

**Л. В. ФЁДОРОВА**

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

#### **ЗАДАЧИ С ПРАКТИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ**

Социальная востребованность в методологических знаниях учащихся при обучении геометрии определена образовательным стандартом и дидактическим потенциалом школьного курса геометрии в усилении методологической составляющей содержания математического образования. Несмотря на это, изучение исследований по проблеме формирования методологических знаний учащихся при изучении

систематического курса геометрии показывает отсутствие работ, в которых предлагается соответствующее учебно-методическое обеспечение.

Методологические знания – компонент содержания учебного предмета «Математика» – «это знания о предмете геометрии, ее структуре, языке, методах и способах действий, используемых для получения геометрических знаний, истории возникновения и развития геометрии, ее связях с практикой, другими науками, искусством» [1, с. 10].

Решение задач является важным видом учебно-познавательной деятельности учащихся при изучении геометрии, поэтому задачи выделены как значимое средство формирования методологических знаний, в частности задачи с практическим содержанием.

Под задачей с практическим содержанием понимаем «задачу, фабула которой раскрывает приложения математики в смежных учебных дисциплинах, знакомит с ее использованием в организации, технологии и экономике современного производства, в сфере обслуживания, в быту, при выполнении трудовых операций» [2, с. 5].

Для отбора задач с практическим содержанием к уроку по геометрии, направленного на формирование методологических знаний учащихся, выделены следующие *требования*:

– в тексте задачи должна быть проблема, для решения которой необходимы геометрические знания;

– понятия, используемые в тексте задачи, должны быть интуитивно ясны, легко определяемы или известны учащимся в результате изучения других школьных дисциплин;

– задачи должны быть взаимосвязаны с геометрическими задачами, решаемыми по теме;

– задачи должны быть распределены по степени возрастания сложности, как и остальные задачи в теме.

Наиболее применимыми типами задач с практическим содержанием определены:

1. Задачи, направленные на повышение интереса учащихся к геометрии.

*Задача.* В игре Майнкрафт Снуб любит выращивать цветы на подоконнике своего дома. В игре имеется возможность построить окно различной формы: круглое, квадратное и прямоугольное. Периметр у них один и тот же и равен 2 м. Выберите форму окна, которое пропускает большее количество света.

2. Задачи, в условии которых указано, что характеристики приборов, инструментов, устройств, сооружений основываются на свойствах геометрических фигур или отношений между ними.

*Задача.* Известно, что у разных народов свои жилища. Так, на востоке Сибири используется чум, который имеет «в среднем» форму конуса высотой 4 м и радиусом основания 3 м; жилище эскимосов на Аляске – конуса высотой 5 м и радиусом основания 4 м; жилище береговых чукчей состоит из основания в виде цилиндра высотой 1,3 м и крыши в виде конуса высотой 2 м и радиусом основания 2,5 м; жилище аборигенов Северной Австралии – часть сферы высотой 2,5 м и радиусом основания 3 м; жилище народов в Камеруне – цилиндр высотой 2 м и радиусом основания 6 м;

традиционное европейское жилище – комната в форме прямоугольного параллелепипеда, ребра которого равны 6 м, 3 м, 2,7 м. Какое жилище имеет наибольший объем?

### 3. Межпредметные задачи.

*Задача (из физики).* Ребенок 10 лет, плавающий на матрасе, увидел кольцо на дне водоема глубиной  $H$ . Он смотрит на него по вертикали сверху. Сможет ли он его достать, лежа на матрасе?

Для решения задачи необходимо построить и исследовать ее физическую модель. Для построения геометрической модели и ее исследования понадобятся знания из тригонометрии (9 класс).

### 4. Задачи исследовательского характера.

*Задача.* Найдена страница книги, на которой представлен чертеж (рисунок 1) сизображением двух вертикальных шестов и их теней на горизонтальную плоскость. По предложенным данным необходимо найти положение источника света и его основания. Решив эту задачу, можно определить положение тайника, которое совпадает с положением источника света, если приложить страницу к плану класса. Все ли данные задачи являются необходимыми?

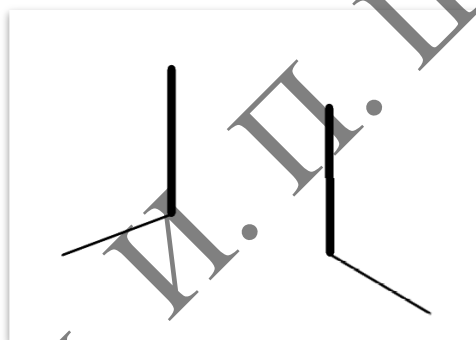


Рисунок 1. – Чертеж к задаче

Решение задачи требует от учащихся знания закона о прямолинейности распространения световых лучей. Работая по чертежу, учащиеся предположат, что луч света должен соединять верхнюю точку шеста и крайнюю точку тени. Аналогично определится положение второго луча света. Затем установится, что так как шесты освещаются одним источником света, то он может находиться только на пересечении прямых, которые содержат лучи света. Положение основания источника света, которое является проекцией источника света на горизонтальную плоскость, определяется путем построения соответствующего перпендикуляра и проведения необходимого доказательства.

Что касается вопроса о необходимости всех данных задачи, то в процессе ее решения учащиеся придут к выводу, что достаточно задание одного столба с падающей от него тенью и направление тени второго столба. По этим данным находится основание источника света, а затем – положение и самого источника. Предложенные гипотезы учащихся проверяются с помощью решения соответствующих подзадач.

Задачи с практическим содержанием способствуют формированию у учащихся умений применять такие методы научного познания, как моделирование,



абстрагирование, идеализация, так как, чтобы решить такую задачу геометрическими средствами, ее необходимо вначале перевести на язык геометрии. Отметим также, что использование задач с практическим содержанием способствует формированию у учащихся умения обобщать. При решении указанных задач обобщение осуществляется путем выделения одинакового геометрического содержания для различных задач с практическим содержанием.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Фёдорова, Л. В. Формирование методологических знаний учащихся при изучении систематического курса геометрии : автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / Л. В. Фёдорова ; БГУ. – Минск, 2021. – 26 с.

2. Шапиро, И. М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики : книга для учителя / И. М. Шапиро. – М. : Просвещение, 1990. – 96 с.

#### И. Д. ЦУПА

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В условиях современной школы на первый план выходят требования сохранения и развития личностных качеств учащегося, развитие его творческих способностей, интеллекта, жизненно-ценностных ориентаций.

Какими же педагогическими средствами целесообразно развивать интеллект учащегося, его творческое мышление, формировать активную жизненную позицию и научное мировоззрение?

При организации методической работы с учителями физики в 2021/2022 учебном году актуальными являются технологии визуализации учебной информации в современном образовательном процессе.

Инновационные технологии на уроках физики – это технологии, включающие такие виды деятельности учащихся, в результате которых повышается эффективность обучения предмету.

Физика имеет абстрактный, математический характер и часто создаёт трудности для понимания её учащимися. И именно идея визуализации информации даёт возможность процессу обучения приобрести новые пути в освоении предмета.

Детальный анализ результатов профессиональной деятельности позволяет выделить наиболее эффективные методы обучения посредством визуализации.

Одним из таких методов могут выступать интеллект-карты.

Интеллект-карты являются одним из инструментов визуального отображения информации, позволяющие эффективно обрабатывать её. Интеллект-карты представляют собой древовидную схему, на которой изображены слова, задачи, идеи

или другие понятия, связанные ветвями, отходящими от центрального понятия. Применение этого метода позволяет представить материал урока компактно и содержательно, также этот метод можно использовать на всех этапах урока.

Преимущества интеллект-карт по сравнению с традиционным конспектом:

- легче выделить основную идею;
- чётко видна важность каждой идеи;
- быстрее и эффективнее запоминается и воспроизводится информация за счет её разноцветного представления;
- структурный характер карты позволяет дополнять её новой информацией.

При изучении тем, содержащих большой объем понятий, формул и прочего теоретического материала целесообразно применять кластеры.

Кластер – это упрощённая теоретическая схема, основным назначением которой является раскрытие логических взаимосвязей между элементами, представляющими собой основные смысловые единицы изучаемой информации.

Кластер представляет собой изображение, способствующее систематизации и обобщению учебного материала (например, «Давление», VII класс; «Электромагнитные явления», VIII класс; «Основы статики», IX класс; «Основы термодинамики», X класс; «Механические колебания и волны», XI класс).

Для усвоения учащимися сложных физических понятий используется такой метод, как инфографика.

Инфографика – это графический способ подачи информации, данных и знаний. Основными принципами инфографики являются содержательность, лёгкость восприятия и образность. Средствами для создания инфографики служат диаграммы, таблицы, графические элементы и т. д.

В учебном процессе инфографика на уроках физики может применяться по следующим направлениям:

- для создания проблемной ситуации при сообщении новых знаний;
- для ответов на вопросы при закреплении материала;
- для организации представления числовых данных;
- для последовательности решения задач;
- для создания инфографики самостоятельно, например, в IX классе при защите проектных заданий.

Создание инфографики с использованием интернет-ресурсов позволяет учащимся акцентировать своё внимание на образовательных ресурсах сети Интернет.

Инфографика позволяет учащимся быстрее и качественнее усваивать новые знания и способы действий, грамотно и точно излагать материал при ответе, систематизировать полученные знания и умения.

Один из сервисов для создания инфографики – Canva.

Canva – бесплатный графический редактор, который подходит как новичкам, так и опытным профессионалам. Сервис позволяет быстро и легко создавать посты для социальных сетей, видео, презентации и другие визуальные материалы. Все базовые функции расположены на видном месте и их легко найти.

В своей педагогической деятельности широко использую методы кейс-технологий. Суть этой технологии заключается в том, что учащиеся получают от

учителя пакет документов (кейс), при помощи которых либо выявляют проблему и пути её решения, либо вырабатывают варианты выхода из сложной ситуации, когда проблема обозначена.

Кейс-технология позволяет развивать у учащихся аналитическое, творческое, критическое мышление (учащиеся решают проблемы и различные ситуации, возникающие в реальной деятельности).

Надо заметить, что эта технология принципиально отличается от традиционных методик: учащийся равноправен с другими учащимися и учителем в процессе обсуждения проблемы и поиска истины. Кейс-технология способствует развитию личностных качеств учащихся, умению вырабатывать решения, аргументировать и отстаивать свою точку зрения.

Актуально использовать при составлении кейсов информационные технологии. Целенаправленная организация работы с видеоматериалом на уроках физики позволяет значительно повышать учебную мотивацию.

Использование инновационных технологий в образовательном процессе способствует развитию новых педагогических методов и приёмов, изменению стиля работы учителя и повышению его педагогического мастерства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасик, Т. М. Использование интеллект-карт в качестве мини-проектов на уроках физики в 8 классе / Т. М. Афанасик, Т. В. Богданович, А. В. Якубовский // Фізика. – 2019. – № 4.
2. Некоторые теоретические основы технологии визуализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava\\_8\\_1.html](http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava_8_1.html). – Дата доступа: 20.01.2022.
3. Средства визуализации информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-asveta.adu.by/index.php/distancionni-vseobuch/obuchenie-online/sredstva-vizualizatsii-informatsii>. – Дата доступа: 20.01.2022.

**Т. Н. ЧЕБУРКИНА, И. Н. КОВАЛЬЧУК**

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

### **ДИДАКТИЧЕСКИЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА У УЧАЩИХСЯ 5 КЛАССОВ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Согласно образовательному стандарту, при реализации образовательной программы базового образования главными объектами образовательного процесса является учащийся, мотивация его учебной деятельности, реализация способностей, возможностей, потребностей и интересов [1]. В связи с этим, возрастает важность активизации мотивации учащихся, в основе которой лежит познавательный интерес.

Одним из способов активизации познавательного интереса являются дидактические игры.

Дидактическая игра, умело используемая на уроке, и просто игровая деятельность в процессе обучения оказывают положительное воздействие на деятельность обучающихся. Игровой мотив способствует созданию условий для активной мыслительной деятельности обучающихся, повышает концентрацию внимания, целеустремленность, работоспособность, создает дополнительные условия для появления ситуации успеха, удовлетворенности результатом, чувства сплоченности класса [2].

Рассмотрим возможности использования дидактических игр на различных этапах урока.

С педагогической точки зрения, этап актуализации имеет очень важное значение. Ведь уже с первых минут урока необходимым является включение учащихся в активную учебную деятельность. С этой целью, формируя познавательный интерес учащихся на этапе актуализации, можно использовать следующие дидактические игры: «Математические цепочки», «Кто быстрее достигнет флажка», «Скачки с препятствиями» и др.

Например, в 5 классе, по теме «Обыкновенные дроби», можно провести актуализацию знаний в виде игры «**Кто быстрее достигнет флажка**».

Суть игры заключается в том, что на доску проецируется набор примеров на четыре действия с обыкновенными дробями. Также проецируется таблица с ответами, в которой один или два ответа являются заведомо ложными. Класс делится на две команды, и по цепочке, один за другим учащиеся ведут устный счет, начиная с нижней ступеньки. Учащегося, который решил один пример и после того отметил ответ в таблице, сменяет следующий участник команды. Таким образом, происходит движение вверх к заветному флажку. При неправильном ответе к доске выходит другой член команды, который продолжает решение заданий. В конечном счете выигрывает та команда, которая при наименьшем количестве задействованных учащихся первой достигнет флажка (рисунок 1).

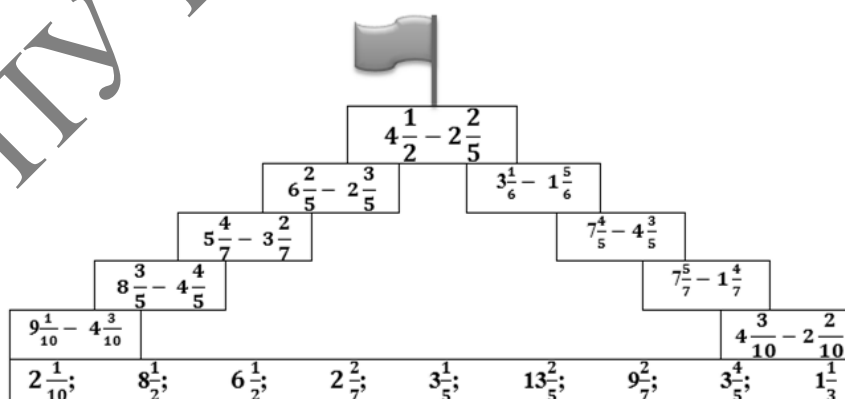


Рисунок 1. – Пирамида заданий для дидактической игры «Кто быстрее достигнет флажка?»

Как правило, на этапе объяснения нового материала теоретический материал имеет большую информационную емкость. Поэтому важно при подаче теоретического

материала не только не нагромождать его многими нюансами, но и подавать информацию интересно и увлечённо. В связи с этим эффективным средством для формирования познавательного интереса имеют математические сказки. В сказке не дается готовое знание, дети сами ищут ответы на некоторые вопросы, тем самым лучше вникают в новый материал.

Примером может служить сказка «Простые и составные числа». Содержание сказки следующее. 12 января число 12 решило пригласить в гости всех своих делителей, которые меньше его по величине. Первой пришла единица, за ней пришла двойка. Задание: запишите весь список гостей (Ответ учащихся: 1, 2, 3, 4, 6).

Когда все гости собрались, число 12 увидело, что их немного. Оно огорчилось и предложило, чтобы каждый из гостей привел своих делителей. Задание: сколько придет новых гостей? (Ответ детей: 0).

Единица объяснила, что новые гости к нему не придут. Ведь если  $a : b$ ,  $a b : c$ , то  $a : c$ . Задание: проверьте это утверждение при  $a = 30$ .

Наступило 13 января и число 13 тоже решило пригласить в гости своих делителей, которые меньше его по величине. Первой пришла единица. Задание: кто еще пришел в гости к числу 13? (Ответ учащихся: никто). Такие числа называются простыми.

Далее даются строгие математические определения простых и составных чисел. Задание: какой гость был у всех чисел? (Ответ: единица). Какое число не дождалось гостей? (Ответ: единица). Единица – особое число. Оно не является ни простым, ни составным.

С математическими сказками имеют сходство игры-путешествия. Игра-путешествие отражает реальные факты или события. Посредством игр-путешествий происходит тесная связь теоретического материала и практических действий учащихся. Цель игры-путешествия – усилить впечатление, придать познавательному содержанию чуть-чуть сказочную необычность, привлечь внимание детей на то, что находится рядом, но не замечается ими. В данном случае, на этапе объяснения нового материала можно прибегнуть к следующим играм-путешествиям: «Путешествие в страну дробей», «Космическое путешествие», «Веселый математический поезд» и др.

На успешность обучения математике, как и любому другому предмету, влияет представленный не только теоретический материал для изучения, но и его закрепление. Для закрепления изученного материала на уроке могут применяться следующие игры: «Математическая мельница», «Математический букет», «Молчанка» и др.

Приведем в пример игру «Молчанка», которая может быть использована на любом уроке математики в 5 классе. В данной дидактической игре используются сигнальные карточки (красная и зеленая). Во время устного опроса вызывается к доске один учащийся. Можно условиться, что зеленой карточке соответствуют высказывания: «да», «истинно», «+»; красной карточке соответствуют выражения: «нет», «ложно», «-». Если учащиеся за партой согласны с отвечающим, то они поднимают зеленую карточку, а если же не согласны, тогда поднимают красную карточку. Таким образом, у каждого учащегося есть возможность высказаться, а у учителя – дисциплинировать учащихся и эффективно получать информацию об усвоении учебного материала.

Таким образом, использование на разных этапах изучения различного по характеру математического материала дидактических игр является эффективным средством активизации учебной деятельности школьников, положительно влияющим на повышение качества знаний, умений и навыков обучающихся, развитие умственной деятельности, и, что немаловажно, способствует формированию познавательного интереса у учащихся к изучаемому учебному предмету, в том числе и к математике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт базового образования [Электронный ресурс] : постановление Министерства образования Респ. Беларусь, 26 дек. 2018 г., № 125 // Национальный институт образования. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2019/01/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 22.02.2022.

2. Дашинский, Е. А. Игротека математического кружка / Е. А. Дашинский. – М. : Просвещение, 1972. – 144 с.

#### И. Я. ШЕВКО

ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

### МЕДИАГРАМОТНОСТЬ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Особенностью современного этапа развития общества является непрерывный рост информационного потока, совершенствование информационных технологий и компьютерной техники. Это подталкивают педагогов модифицировать этапы занятий на всех ступенях учебно-воспитательного процесса.

Учителю сегодня уже необходимо разрабатывать, применять и внедрять передовые технологии, которые основываются на использовании инновационных информационно-коммуникационных технологий, ведь ИКТ стремительно вошли в жизнь молодого поколения, которых сложно сейчас представить без мобильных телефонов, гаджетов, компьютеров, Всемирной паутины.

Наряду с положительным влиянием, оказываемым современными коммуникационными средствами и сетью Интернет, существуют негативные факторы применения информационных технологий. Первоочередно опасности могут быть подвержены наши дети, которые раньше узнают информационные технологии, опережая в компьютерной компетенции своих родителей и учителей. Как следствие, возникает необходимость в медиаобразовании детей, подростков и их родителей.

Медиа (media) – это обширное понятие, которое включает в себя всю совокупность информационных средств и приемов, служащих для передачи конкретному потребителю сообщения (печатное слово, музыкальная композиция, радиопередача и т. п.) той или иной форме [1].

Полноценное осуществление внеучебной деятельности в учреждениях среднего образования подразумевает организацию педагогом различных видов деятельности

учащихся во внеурочное время, обеспечивающих содействие более разнообразному раскрытию индивидуальных особенностей учащихся, а также обогащение его личного опыта, создание необходимых условий для социализации личности. Медиаобразование – одна из инновационных технологий, применяемых в учебном заведении, и сегодня её используют практически все. 99 % учителей имеют опыт создания презентаций в Power Point и работают с текстовыми документами, с успехом применяют свои знания на практике, но сейчас данные навыки не актуальны. Как результат, возникли передовые технологии Веб 2.0, применение которых позволяет педагогу нетрадиционно подойти к учебно-воспитательному процессу, акцентируя внимание на возрастных и индивидуальных особенностях подростков, что дает возможность построить процесс образования более эффективно. Для развития медиаграмотности используется стандартное программное обеспечение и ряд электронно-образовательных ресурсов, которые позволяют собирать информацию различных форматов в единый медиадокумент. Это пакет MS Office, программы для работы с графикой (Photoshop, CorelDraw, 3DMax), сервисы сети Интернет для создания образовательных кроссвордов (Фабрика кроссвордов, Генератор ребусов, Квестодел), ресурсы для создания разнообразных тестовых заданий и квестов (LearningApps, Umaigra) (рисунок 1).



Рисунок 1. – Примеры сервисов Web 2.0

Развитию медиаграмотности также могут способствовать ресурсы для публикации в глобальной сети готовых презентаций (SlideBoom и Myshared), ресурс, позволяющий создать слайд-шоу из фотографий и изображений (Photo Peach), сервис для создания анимированных презентаций и роликов (Powtoon), ресурс для создания интерактивных мультимедийных презентаций с нелинейной структурой в режиме онлайн (Prezi.com) (рисунок 2), а также сервис Google – бесплатный онлайн-офис, позволяющий совместно с другими участниками образовательного процесса работать с текстовыми документами, таблицами, формами, презентациями. Для хранения и обмена информацией используется гугл-диск.



Рисунок 2. – Примеры сервисов Web 2.0

Для быстрого поиска, систематизации и наглядности, используя HTML-код, разработанные ресурсы могут быть встроены на страницы сайта или образовательного блога учителя и в дальнейшем эффективно использованы в образовательном процессе.

Необходимо, чтобы система школьного медиаобразования как основывалась на теории, так и включала занятия практической направленности по подготовке школьных газет и сайтов, работы школьных радио- и телестудий, факультативов, объединений по интересам, посещая которые, учащиеся смогут создавать собственные компьютерные ролики и фильмы, интернет-страницы, сайты, блоги, виртуальные фотоальбомы и таким образом развивать свой творческий потенциал в области видеокультуры.

Занятость в школьных СМИ позволяет учащимся попробовать свои силы в роли журналистов, корреспондентов, редакторов, почувствовать себя частью современного общества. Владение информационно-коммуникационными и мультимедийными технологиями помогает учащимся в защите проектов, рефератов, в проведении лабораторных, практических работ, монтаже видеороликов, в подготовке компьютерного сопровождения различных выступлений. А это означает, что подрастающее поколение осваивает методику и технику медиаобразования, получает навыки анализа, исследований, использует необходимую информацию, учится творчески ее применять.

Как показывает практика, учащиеся увлеченно осваивают материал, используя компьютерные технологии. При рациональном подходе ИКТ повышает их мотивацию и интерес к обучению, активизируется внимание учащихся, развиваются познавательные процессы, мышление, внимание, развивается воображение и фантазия, творческая самостоятельность. Использование ИКТ не позволяет заменить реального педагога, но применение данных технологий предоставляет возможность разнообразить и усовершенствовать его деятельность, так как применение компьютерных технологий позволяет организовать образовательный процесс более наглядным, способствует реализации индивидуализации обучения, делает общение с ребенком более живым и продуктивным.

Современный педагог, прежде всего, должен начать преобразования с себя. Профессия учителя – одна из важнейших в нашем обществе. От того, как учитель относится к своей деятельности, от его профессионализма, творчества, таланта, преданного отношения к процессу обучения зависит будущее нашего молодого поколения.

Медиаобразование – это дверь в мир технологий, без которых немислима современная цивилизация. И пусть за этой дверью наши дети смогут разглядеть все нужное и хорошее, что там есть.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Записки маркетолога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.marketch.ru/marketing\\_dictionary/marketing\\_terms\\_m/media/](https://www.marketch.ru/marketing_dictionary/marketing_terms_m/media/). – Дата доступа: 13.02.2022.



**Л. В. ШЕЛЕВЕР**

ГУО «Средняя школа № 16 г. Лиды» (г. Лида, Беларусь)

## **ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПЛАКАТ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ**

По мнению современных педагогов, приобретение жизненно важных компетентностей дает человеку возможность ориентироваться в современном обществе. Поэтому при планировании учебного занятия необходимо создавать условия для активизации познавательной деятельности, которая окрашивает личность каждого ученика, развивает способность быстро реагировать на запросы времени. Поэтому перед учителем стоит задача обеспечить максимальную активность самого обучающегося, изменить подход к организации урока, использовать на учебных занятиях интерактивные средства обучения, под которыми понимаются «...все виды деятельности, которые требуют творческого подхода к материалу и обеспечивают условия для раскрытия каждого ученика».

«Интерактивность» означает способность взаимодействовать или находиться в режиме диалога. Процесс обучения осуществляется в условиях постоянного, активного взаимодействия учащихся. Ученик и учитель являются равноправными субъектами обучения. [1, с. 67] Одним из средств реализации перечисленных технологий является интерактивный плакат.

Интерактивный плакат, подготовленный учителем, занимает особое место в методике и дидактике предметной подготовки учащихся и является современным многофункциональным средством обучения, что предоставляет более широкие возможности для организации учебного процесса в процессе реализации технологии «Исследование в действии».

Придумать, создать и использовать интерактивный плакат можно для любого предмета и занятия в школе. Его использование позволяет обеспечить максимальный эффект обучения, развивает интерес учащихся к определенной теме через компоновку материала в более доступной и привлекательной форме, тем самым увеличив объем изучаемой информации и способствуя активизации познавательной деятельности.

В своей педагогической деятельности на уроках информатики использую онлайн-сервис Genial.ly, который позволяет создать ряд авторских образовательных ресурсов, направленных на активизацию познавательной деятельности посредством использования интерактивных заданий различного уровня: презентации, инфографика, дидактические игры, тренажёры, тесты, интерактивные плакаты и др.

При создании интерактивного плаката необходимо придерживаться следующих критериев:

- тема плаката должна соответствовать теме урока;
- материал изучаемой темы структурирован согласно плану проведения урока, при этом структура должна соответствовать типу урока (изучения нового материала, комбинированному, обобщающему);

- информация, предъявляемая на экране, должна быть понятной, логически связанной, распределенной на группы по содержанию и функциональному назначению;
- на экране должна находиться только та информация, которая обрабатывается пользователем в данный момент.

Данные критерии были положены в основу создания интерактивного плаката «Оператор цикла с условием» для учащихся VIII класса (рисунок 1).

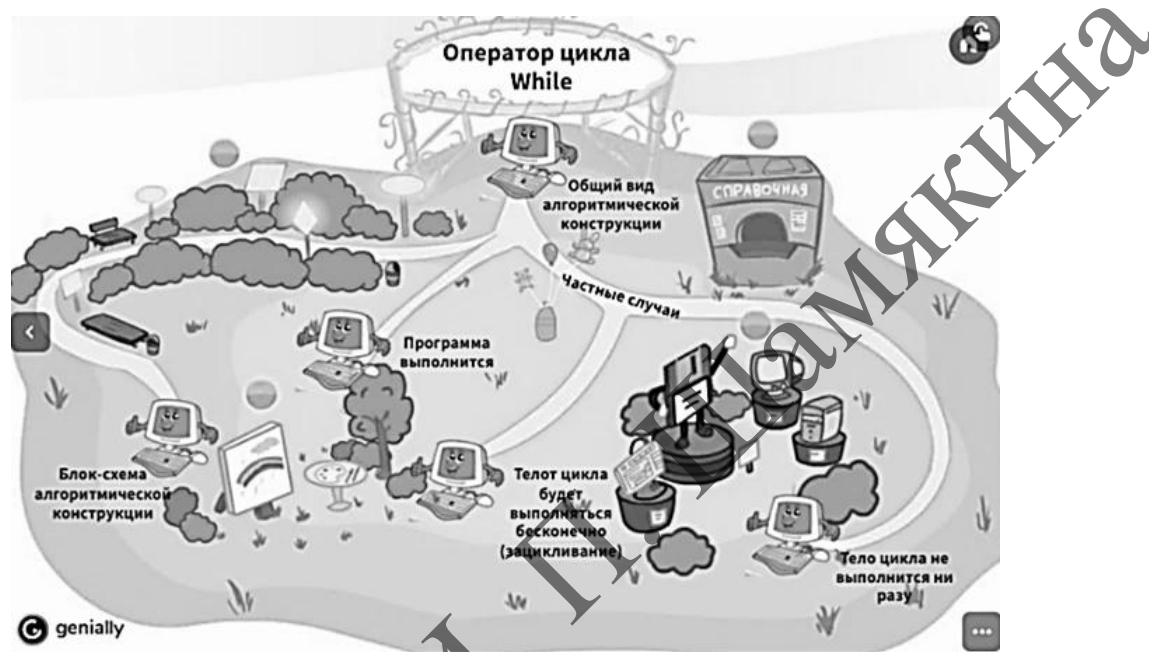


Рисунок 1. – Интерактивный плакат по теме: «Оператор цикла с условием»

Одним из составляющих факторов активизации познавательной деятельности учащихся является умение ставить цель и организовывать её достижение, уметь пояснить свою цель. Поэтому мной используются различные приемы целеполагания, направленные на самостоятельную формулировку темы и целей урока учениками: тема-вопрос; ситуация яркого пятна; исключение; домысливание; проблемная ситуация; группировка; подводящий диалог; собери слово. Например, на уроке информатики «Оператор цикла с параметром» в VIII классе ученикам предлагается интерактивный навигатор урока, дающий возможность самостоятельно сформулировать тему урока и поставить цели предстоящей учебной деятельности, опираясь на ключевые вопросы.

С целью активизации познавательной деятельности стараюсь включать в интерактивный плакат широкий спектр контрольного материала, использую интерактивный плакат при организации различных форм работы на уроке: фронтальной, самостоятельной, групповой, индивидуальной. Так, включение в структуру созданного интерактивного плаката различных тренажеров позволяет

использовать его как при фронтальном обсуждении изучаемого материала, так и при самостоятельной, индивидуальной работе.

На этапе контроля и самоконтроля знаний возможна организация интерактивного тестирования, которое помогает осуществить проверку знаний всех учащихся одновременно. Например, на этапе первичной проверки понимания изученного материала в VIII классе при изучении темы «Основы алгоритмизации и программирования» учащимся предлагается выполнить тестовое задание. При этом результаты обрабатываются очень быстро, и в режиме реального времени обеспечивается связь с каждым учеником, реализуя при этом принцип индивидуального подхода в обучении.

Формирование навыков самоконтроля организую через самопроверку по эталону на экране, разгадывание кроссвордов, ребусов с моментальным появлением ответа, выведение ассоциативных подсказок.

Включение в интерактивный плакат видео- и аудиоматериалов может стать отправной точкой для создания на уроке проблемной ситуации, организации дискуссии, учебного проекта (например, прослушать или просмотреть фрагмент, выразить свое мнение, аргументируя его). В этом случае ученик не только получает знания, но и приобретает опыт работы с информационными технологиями, умение анализировать необходимую информацию, учиться владеть приемами учебно-познавательных проблем.

Использование интерактивного плаката на учебных занятиях выступает как средство активизации познавательной деятельности, способствует приобретению новых знаний, умений, совершенствует имеющиеся, служит освоению новых видов деятельности, участию в творческом, созидательном процессе, способности к самооценке своих действий.

В результате использования такого вида интерактивных заданий возрастает познавательная активность учащихся. Возможность использования подобных ресурсов на разных этапах урока обеспечивает мобильность, темп урока, повышается уровень обученности по предмету.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Савотченко, С. Е. Интерактивные плакаты в предметной деятельности педагога в школе [Текст] / С. Е. Савотченко, М. В. Соболев. – Белгород : ГОУ ДПО «Белгородский региональный институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов», 2009.
2. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии [Текст] : учеб. пособие / Г. К. Селевко. – М. : Народное образование, 1998. – 256 с.
3. Тюменцева, М. В. О структуре интерактивного плаката [Электронный ресурс] / М. В. Тюменцева, О.И. Чикунова. – Режим доступа: <http://www.rae.ru/forum> 2022/01/15.

**Л. В. ШЕЛЕВЕР**

ГУО «Средняя школа № 16 г. Лиды» (г. Лида, Беларусь)

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ**

Необходимость в оценке и проверке уровня и качества знаний возникает в любой деятельности человека. Проблема адекватности и валидности результатов теста становится еще острее при дистанционном и повсеместном использовании информационных технологий для тестирования и проверки знаний учащихся [1, с.106].

Контроль уровня знаний является важной составной частью процесса обучения. Он обеспечивает обратную связь в системе "обучаемый – педагог". Контроль знаний выполняет в учебном процессе контролирующую, обучающую, диагностическую, воспитательную, мотивирующую и другие функции. Для управления процессом обучения на различных этапах учитель должен постоянно иметь сведения о том, как учащиеся воспринимают и усваивают учебный материал.

Контроль с точки зрения преподавателя – длительная и трудоемкая часть работы. Облегчить и систематизировать ее можно путем использования так называемых инструментальных программных средств. Проконтролировать деятельность учащихся можно при наличии специальных контролирующих тестов. Тесты представляют собой особого вида задания, позволяющие групповым способом оперативно проконтролировать степень усвоения знаний и приобретения умений и навыков учащимися на занятиях теоретического обучения, установить внутреннюю и внешнюю обратные связи, на основании которых учащиеся и преподаватель осуществляют функции управления процессом обучения. Тестирование давно уже появилось в педагогике как метод контроля знаний [3].

В настоящее время появляется множество компьютерных программ, служащих для проведения тестирования. Существует как множество продуктов (в том числе мультимедийных) с готовыми тестовыми заданиями, так и программы-оболочки для самостоятельного создания тестов.

В своей деятельности широко использую контролирующие программы для проведения компьютерного тестирования, направленного на оценку приобретенных учащимися новых знаний. Компьютер значительно расширил возможности представления информации. Применение графики, цвета, звука, других средств мультимедиа позволяет воспроизвести не только вопросы теста, но и его оформление.

Система тестов в программе «Знак», «Мастер-Тест» позволяет мне быстро, четко и объективно провести контроль знаний на любом этапе урока. Интерфейс программ довольно простой, создание тестов не вызывает никаких серьезных затруднений, и даже если они возникнут, программа содержит довольно полную справочную систему, в которой можно найти ответы на все вопросы.

Практический опыт использования систем тестирования показал, что результаты тестирования стимулируют познавательную активность учащихся. Преимуществом

тест-программ является абсолютная объективность в оценке знаний. Тестирование позволяет проверить весь объем знаний по теме за короткий период времени. Ученики находятся в равных условиях, высок уровень надежности и объективности. Этот метод контроля знаний удобен, поскольку система самостоятельно анализирует ответы, введенные по конкретному вопросу, выдает пояснения к ним. Для организации тестов не требуется много времени урока, они выполняют определенную положительную роль в процессе обучения, развития, воспитания. Ученикам нравится работать с тестами. Их можно составить по всему курсу или по отдельной изучаемой теме и использовать при повторении. Тесты и по назначению могут быть разные: вводное тестирование, тест-разминка, контрольное тестирование, аттестационное тестирование и т. д. Кроме того, систематическое тестирование стимулирует учащихся к стабильной подготовке домашних заданий и регулярному повторению пройденного материала перед уроком, что очень важно для изучения последующих тем.

Тестовые задания чаще всего могут быть открытой формы, закрытой формы, на соответствие и установление последовательности. Задания открытой формы – задания, при которых обучающийся самостоятельно вводит ответ свободной формы. Задания закрытой формы – задания, при которых ответом на вопрос служит несколько предложенных вариантов ответов, из которых нужно выбрать один или несколько верных. Задания на соответствие – задания, при которых нужно соединить правильные элементы двух групп. Задания на установление верной последовательности – задания, при которых нужно установить правильную, единственно верную последовательность элементов группы. Получается, благодаря разнообразию форм тестирования, педагог или сам ученик могут объективно оценить состояние знаний.

Возможность дать учащимся шанс высказаться и не бояться ошибок, «поиграть» в критическое мышление, а педагогу сократить время на изложение материала за счет наглядности, проверить знания в интерактивном режиме, моментально увидеть ответы всех учащихся позволяет технология «Plickers».

Необходимо отметить, что онлайн-опросник, на мой взгляд, также является одним из современных средств оценивания результатов обучения, прекрасным средством осуществления дистанционного обучения. Для учащихся это отличная возможность проверить знания не выходя из дома, в комфортной для себя обстановке.

Мини-диктант, созданный при помощи онлайн-сервисов, может заменить опрос по теме, заданной для повторения. Его продолжительность обычно 10-15 минут. Он представляет собой систему вопросов, связанных между собой. При изучении информатики важно, чтобы учащиеся не только знали теоретический материал, но и умели применять его при выполнении практических заданий и упражнений за компьютерами. Компьютерные типовые задания удобны для отработки необходимых навыков с отстающими учащимися (учитель не тратит время на подбор однотипных заданий для отработки определенных навыков). Учащиеся с огромным интересом работают с такими заданиями, особенно если вкладка с заданием индивидуальна и ученик может работать в ней.

Современное образование требует непрерывно расширять свое восприятие комплексности мира и формирования информационного общества. Для того чтобы

знания получили конкретную связь с действиями, необходимо постоянно «учить себя», пополняя и совершенствуя свое образование. Одной из значимых тенденций развития образования является поиск инновационных методов контроля знаний, отвечающих требованиям объективности, надежности, технологичности. На современном этапе среди эффективных методик оценки способностей и достижений учащихся важная роль отводится компьютерному контролю знаний, который сегодня успешно используется в учебных заведениях различного уровня – от школ до университетов.

Использование описанных мною контролирующих программ повышает у учащихся мотивацию и стимулирует их к изучению предмета. Даёт возможность получить информацию о степени достижения цели обучения отдельным учащимся, группой и классом в целом, об ошибках, недочетах, пробелах в знаниях, помогает установить порождающие их причины, организовать коррекцию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Запрудский, Н. И. Моделирование и проектирование авторских дидактических систем : пособие для учителя / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2008. – 334 с.

2. Компьютерное тестирование в образовании (дата публикации 30.05.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/82680926-Cifrovaya-transformaciya-obrazovaniya.html>

3. Цифровая трансформация образования (дата публикации 30.05.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/82680926-Cifrovaya-transformaciya-obrazovaniya.html>.



# Современные подходы к преподаванию общетехнических и специальных дисциплин на уровнях профессионально-технического, среднего специального и высшего образования

Л. Н. БАКЛАНЕНКО, А. В. БОНДАРЕНКО  
УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

## ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА

Цифровизация, набирающая обороты в настоящее время, является очевидным элементом нашей повседневной жизни, поскольку мы используем цифровую технику и цифровые средства для коммуникации, получения информации, работы, развлечений и т. д.

Цель исследования заключается в изучении влияния современных образовательных технологий на качество обучения. Известно [1], что информационные технологии активно применяются в решении задач управления образовательными системами и процессами, накопления информации и создания информационно-образовательной среды вуза. Актуальность и практическая значимость использования инструментов цифровизации в образовательной среде не теряют своих приоритетов в настоящее время. Образовательная среда должна обладать рядом качеств, соответствующих интересам студентов: возможность создания творческой и креативной атмосферы; обеспечение формирования способностей межличностного

взаимодействия; обеспечение нового индивидуального подхода в обучении; появление новых проводников в обучении, таких как цифровые тьюторы и наставники; обеспечение роста внутренней мобильности.

Несомненно, базой для изучения технических дисциплин служат теоретические знания, полученные из курсов математики, физики, химии и информатики. Поэтому одна из задач преподавания технических дисциплин сводится к обеспечению плавного перехода от абстрактных понятий естественнонаучных дисциплин к изучению разнообразных реальных технических систем и устройств [2]. Очевидно, что для обеспечения данного перехода особое значение имеют визуализация учебного материала, лабораторный практикум, непосредственная связь с производством, позволяющая студентам глубже понять практическую значимость изучаемой дисциплины.

В настоящее время мы используем современные образовательные технологии, в числе которых: учебные мультимедийные презентации; видеоматериалы; электронные учебники и справочники, энциклопедии; обучающие программы; специализированные программы для лабораторных практикумов; Internet-конференции; online-консультации; средства автоматизированного контроля знаний обучаемых. Данная система обеспечивает беспристрастность, одинаковость требований и условий проведения проверки знаний, возможность контроля знаний по всей дисциплине, а не только по отдельным вопросам, включенным в билет. Она пригодна не только для итоговой проверки (экзамена, зачета), но и для текущего контроля или промежуточной аттестации.

Проанализировав большинство факторов значимости формирования и развития навыков в цифровых образовательных технологиях, мы пришли к выводу, что постепенно формируется информационное пространство аддитивного образования для получения профессиональных компетенций. Привычная модель высшей школы трансформируется в сложную, востребованную, перспективную, инновационную информационно-коммуникационную систему. Аналоговая культурная среда с цифровыми интерфейсами постепенно достигает апогея своего развития, вытесняя привычные модели классического преподавания. Если речь идет о глобальной цифровизации высшего профессионального образования, важно упомянуть о следующих составляющих использования цифровых технологий в современной высшей школе: преподавание с применением цифровых технологий [1, с. 12]; использование цифровых технологий в менеджменте образования не только студента, но и всего образовательного учреждения для оценки уровня вовлеченности и заинтересованности студентов дисциплинами, степени освоения материала, компетенций, а также построения и прогнозирования образовательных стратегий; обучение цифровым технологиям профессорско-преподавательского состава для профессиональных целей образовательного процесса [3, с. 28].

Использование информационно-коммуникационных технологий на занятиях позволяет активизировать познавательную деятельность студентов, усилить образовательные эффекты, повысить качество усвоения материала, обеспечить реализацию дифференцированного подхода к обучающимся с разным уровнем готовности к обучению посредством применения разноуровневых заданий, проводить занятия на



высоком эстетическом уровне, развивать на занятиях умение ориентироваться в информационных потоках, овладевать практическими способами работы с информацией, а также перейти от объяснительно-иллюстрированного способа обучения к деятельностному, при котором сам обучающийся становится активным субъектом учебной деятельности. Применение компьютерной техники позволяет сделать занятие привлекательным и по-настоящему современным, решать познавательные и творческие задачи с опорой на наглядность. Самым важным на любом занятии является взаимодействие преподавателя и обучающегося, постоянный обмен информацией между ними. Работая с проектором или интерактивной доской, педагог всегда находится в центре внимания и поддерживает постоянный контакт с аудиторией. Интерактивная доска позволяет не только воспроизводить информацию в формате, видимом всеми учащимися, быстро и наглядно показать тот или иной прием работы, но и помогает преодолеть страх и стеснение у доски.

К достоинствам информационных технологий в процессе подготовки педагога-инженера можно отнести следующие: использование удобного способа восприятия информации ввиду индивидуальности каждого студента, что впоследствии формирует положительные учебные представления; раскрепощение студента при ответе на вопросы; совершенствование своей деятельности благодаря обратной связи, что впоследствии ведет к улучшению навыков самоконтроля; проведение самостоятельных исследовательских работ (создание проектных работ, моделирование, составление презентаций), что развивает у студентов творческую деятельность.

Задача завтрашнего дня состоит в том, чтобы обучить педагога-инженера взаимодействию в виртуальной среде, повысить их цифровую грамотность и убедить их в полезности рационального использования информационно-коммуникационных технологий.

Таким образом, цифровое развитие кардинально меняет процесс обучения: специальное обучение можно подобрать индивидуально с помощью интерактивных материалов, обучающих роликов и других средств обучения, групповое обучение облегчается благодаря групповому доступу и новым средствам коммуникации. Несмотря на все преимущества онлайн-образования, необходимо провести дополнительные научные исследования, измеряющие эффективность применения новых методов и технологий, и найти оптимальный баланс между традиционной формой обучения и использованием информационно-коммуникационных технологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калимуллина, О. В. Современные цифровые образовательные инструменты и цифровая компетентность: анализ существующих проблем и тенденций / О. В. Калимуллина, И. В. Троценко // Открытое образование. – 2018. – № 3. – С. 177–179.
2. Надточий, А. П. Формирование образовательной среды / А. П. Надточий, В. Ю. Луньков // Современное педагогическое образование. – 2020. – № 3. – С. 8–12.
3. Панюкова, С. В. Цифровые инструменты и сервисы в работе преподавателя / С. В. Панюкова. – М. : Про-пресс, 2020. – 34 с.

**Е. В. ВАЛАХАНОВИЧ, Л. В. МИХАЙЛОВСКАЯ**  
УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ**

В настоящее время современные технологии позволяют выполнять прогноз развития ситуации в различных отраслях жизни и деятельности любой страны. Одним из подходов прогноза развития ситуации в военном деле является использование математического аппарата по моделированию обстановки, в том числе оценке различных систем.

Наиболее важным в военном деле являются вопросы оценки состояния системы управления в интересах обоснования достоверности прогнозирования результата военных действий. Практика показывает, что возможности вычислительной техники позволяют при наличии соответствующего программного обеспечения проводить вычисления результата военных действий с высокой степенью детализации [1].

Сравнительный анализ исследовательских оценочных моделей показал, что в теории принятия решений для оценки качества принимаемых решений в условиях нестатистической неопределенности наиболее применим аппарат теории возможностей, основанный на теории нечетких множеств и нечеткой логики. Применение аппарата нечеткой логики позволяет учитывать то, что любой объект можно отнести к некоторой категории, в соответствии с которой он может быть исследован. Одно из достоинств теории возможностей состоит в том, что она позволяет одновременно моделировать неточность (в форме нечетких множеств) и количественно характеризовать неопределенность (в форме пары чисел «определенность – возможность»). Аппарат теории возможностей применим в штабных моделях, так как он требует меньшего объема статистической информации для получения оценки системы управления.

Учитывая, что система управления – это сложная совокупность взаимосвязанных подсистем, с учетом определенной иерархии, принято оценивать ее состояние по следующему алгоритму:

- произвести расчет текущих значений характеристик, описывающих состояние каждого элемента системы;
- на основе синтеза этих характеристик найти текущее значение показателя эффективности функционирования каждого элемента;
- сравнить полученное значение показателя с величиной выбранного критерия эффективности и получить оценку текущего состояния каждого элемента;
- сформировать обобщенную оценку функционирования системы управления с учетом значимости каждого элемента.

По существующим правилам оценку текущего состояния системы управления производят по признаку соответствия требованиям: оперативность, устойчивость, безопасность.

Для оперативности управления, как правило, используются: вероятность своевременной реакции на действия противника; продолжительность общего цикла

управления; продолжительность решения отдельных задач управления.

Для оценки степени соответствия требованиям устойчивости и непрерывности находят уровень функционирования системы управления; время функционирования системы управления; относительное время и вероятность безотказного функционирования системы управления; степень помехозащищенности; уровень потерь и т. д.

Для оценки эффективности безопасности управления обычно используются вероятность скрывания от противника мероприятий по управлению войсками; вероятность скрывания от противника элементов системы управления; степень эффективности мероприятий по дезинформации противника и др.

Оперативность функционирования системы управления можно представить как интегральную функцию возможностей оперативного состава по обработке входной информации и созданию выходной информации; возможностей технических средств по повышению эффективности работы оперативного состава.

Оценку состояния системы управления принято осуществлять следующим образом. Сначала устанавливается наличие критического количества элементов, управление с которых невозможно (т. е. они находятся в состоянии «сорвано»). Если количество таких элементов не превышает 5 %, то общее состояние системы управления по критерию «количество вышедших из строя элементов» может оцениваться как «устойчивое».

Если эта переменная принимает значение от 5 до 25 %, то состояние системы управления на уровне «затруднено», от 25 до 45 % – «нарушено», если более 45 % – «сорвано».

Если по критерию «количество вышедших из строя элементов» состояние системы управления оценивается как «сорвано», то эта оценка принимается в качестве конечного результата.

В противном случае производится ее уточнение с учетом того обстоятельства, что различные элементы не одинаково значимы. Их значимость зависит от иерархии управления, а также других факторов.

Оценка состояния отдельного элемента производится по правилу. Если определено, что текущее состояние (уровень функционирования) элемента «устойчивое», то долевая оценка составит 1 (потенциально способен выполнить все задачи), если «затруднено», то – 0,75 (потенциально способен выполнить до 75 % задач), «нарушено», то – 0,45 (потенциально способен выполнить до 45 % задач), «сорвано» – 0,25 (потенциально способен выполнить не более 25 % задач).

В качестве показателя эффективности функционирования всей системы принимается отношение суммы оценок их состояния с учетом значимости к общей оценке. При этом устанавливаются критерии: если текущее значение показателя эффективности не менее 0,75, то ее функционирование «устойчивое», если в интервале от 0,45 до 0,75, то «затруднено», в интервале от 0,25 до 0,45 – «нарушено», а если не превышает 0,25, то «сорвано».

Итоговая оценка состояния системы управления определяется с учетом имеющейся оценки относительного количества вышедших из строя элементов по правилу «узкого места».

Таким образом, можно получить количественную и качественную оценки текущего состояния системы управления на основе значений показателей состояния входящих в эту подсистему элементов.

Приведенная модель оценки состояния системы управления войсками, основанная на использовании аппарата нечеткой логики, применима как в войсках, так и при проведении научных исследований. Исходя из вышеизложенного, авторами предлагается включить описание данной модели в курс «Исследование операций», читаемый в четвертом семестре в Военной академии РБ для курсантов командных специальностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рудко, Е. В. Воспроизведение управленческой деятельности командира в системе имитационного моделирования военных действий / Е. В. Рудко, В. М. Булойчик // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – № 40.

**А. И. ГРИДЮШКО, Е. И. САФАНКОВ**

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

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА**

Повышение эффективности образовательной системы невозможно без внедрения в практику работы учебных заведений цифровых технологий, обеспечивающих формирование личности в непрерывном, самостоятельном овладении необходимыми знаниями, развитие умений и навыков самообразования. При этом повышение качества образования неразрывно связано с системным подходом к управлению педагогической деятельностью на основе парадигмы личностно-ориентированного образования, обеспечивающего переход обучающегося на активную позицию педагогического самоуправления. Применение цифровых технологий позволяет совершенствовать организационные формы и методы обучения, создает предпосылки для интенсификации образовательного процесса. В связи с этим имеется реальная возможность построения открытой образовательной системы, позволяющей обеспечить свободный доступ к образованию в соответствии с индивидуальными и профессиональными запросами личности.

Вместе с тем, по-прежнему существует разрыв между современными требованиями и реальной ситуацией в сфере цифровизации образования. Так, уровень использования информационной учебной среды в реальной практике не высок, интеграция инновационных технологий в преподавании отдельных предметов недостаточно глубокая, а качественные исследования в области использования цифровых технологий в образовательном процессе все еще в дефиците. Многие

разработки в области искусственного интеллекта и виртуальной реальности пока не готовы к массовому внедрению.

В связи с этим цифровизация образования является важной частью национальной стратегии развития нашего государства. Так, в Республике Беларусь принята Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования на 2019–2025 годы, которая задает основные цели, задачи, направления и определяет границы цифровой трансформации процессов в образовании до 2025 года [1].

Концепция закладывает базу для осуществления цифровой трансформации процессов в системе образования, включающую модернизацию инфраструктуры системы образования, внедрение прорывных технологий в образовательный процесс.

Для решения этих проблем необходимо совершенствовать информационную инфраструктуру образования, содействовать развитию высококачественных цифровых образовательных ресурсов и создать сеть, адаптированную к трансформации образовательных моделей, к внедрению инновационных форматов образовательных услуг, разработке механизма совместного создания и обмена цифровыми образовательными ресурсами, ускорения формирования эффективной системы управления и мониторинга образования. Таким образом, внедрение цифровых технологий должно рассматриваться в качестве составной части трансформации образования для повышения результативности образовательной практики. Сутью цифровой трансформации образования является достижение каждым обучаемым необходимых образовательных результатов за счет персонализации образовательного процесса на основе использования растущего потенциала цифровых технологий, включая применение методов искусственного интеллекта и средств виртуальной реальности.

Развитие цифровой образовательной среды, появление современных и качественных цифровых технологий делают распространение современных моделей персонализированной учебной работы экономически оправданным. Переход к такой организации связан с рядом системных изменений, включая: переход от прохождения учебного материала к достижению учебных результатов, смену ролей участников образовательного процесса, а также формирования цифровой образовательной среды для автоматизации различных операций. Это усложняет управление учебным процессом, но позволяет гарантировать, что у каждого обучаемого будут сформированы необходимые компетенции. Следует отметить и о насущной необходимости формирования и развития интегративной информационно-проектной компетентности у будущего специалиста строительного профиля. Важным звеном при ее формировании является освоение современных систем автоматизированного проектирования, которые сочетают в себе применение информационного и методического обеспечения, что составляет один из дидактических принципов (принцип практико-ориентированности) обеспечения уровня инженерно-педагогической подготовки, соответствующего потребностям и перспективам развития рынка труда. Для решения возникающих организационных и методических задач необходим весь спектр современных цифровых инструментов и ресурсов, которые помогают выстроить образовательный процесс, в полной мере реализующий

дидактические принципы применительно к каждому обучаемому. Такая работа является новой для большинства учебных заведений, и для ее обеспечения требуются дополнительные исследования и методические разработки.

Основные дидактические требования и научный уровень предъявления учебного материала в настоящее время реализуются в интегрированных учебных программных продуктах, представляющих собой целостные электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК). Они ориентированы на применение новейших интерактивных технологий и представляют собой перспективное средство обучения, закладывающее базу для осуществления открытого и непрерывного образования.

В рамках общей структуры инновационной образовательной технологии ЭУМК содержит сочетание всех необходимых элементов: целеполагание, мотивацию, организацию обучения, контроль, коррекцию знаний и умений студентов. В связи с этим он может реализовывать в системной совокупности информационную, тренажерную, моделирующую, диагностическую, корректирующую, контролирующую функции и организацию самостоятельной работы, обеспечивая при этом целостность и непрерывность педагогического процесса в системе профессиональной подготовки специалистов, что гарантирует качественный конечный результат обучения. Так, ЭУМК по дисциплине «Строительные машины и механизмы» включает: вариативную учебную программу, электронные версии учебного пособия, методических рекомендаций по изучению курса, методических указаний по проведению лабораторного практикума и выполнению курсовой работы; педагогический программный комплекс для контроля знаний обучающихся; рекомендуемые элементы (конспект лекций, электронная библиотека курса, методическое обеспечение интерактивных методов обучения, учебные видеофильмы, компьютерные обучающие программы и др.); дополнительные информационные ресурсы [2]. Вместе с тем изменение образовательной среды и оснащение учебных учреждений качественными цифровыми учебно-методическими материалами и инструментами требуют постоянной актуализации ЭУМК.

Таким образом, интеграция цифровых технологий в образовательный процесс и их профессиональное освоение позволит обеспечить необходимый уровень качества образования и ускорить адаптацию выпускников к профессиональной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. Министром образования Респ. Беларусь 15.03.2019. – Режим доступа: [https://drive.google.com/file/d/1T0v7iQqQ9ZoxO2IIwR\\_OlhqZ3rjKVqY-/view](https://drive.google.com/file/d/1T0v7iQqQ9ZoxO2IIwR_OlhqZ3rjKVqY-/view). – Дата доступа: 22.01.2020.

2. Сафанков Е. И. Электронные учебно-методические комплексы как средство реализации личностно-ориентированного обучения студентов / Е. И. Сафанков, А. И. Гридюшко // Физико-технические науки и образование: проблемы, инновации, перспективы : сб. науч. ст. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2017. – С. 134–138 с.

**В. П. ДУБОДЕЛ<sup>1</sup>, В. М. ШАПОВАЛОВ<sup>2</sup>, И. И. ЗЛОТНИКОВ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

<sup>2</sup>ГНУ ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)

<sup>3</sup>УО ГГТУ им. П.О. Сухого (г. Гомель, Беларусь)

## **ПРИМЕНЕНИЕ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ В БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Битумно-полимерные материалы используются, главным образом, для гидроизоляционных целей (обустройство кровель, подвалов, гидроизоляции фундаментов, защиты бетонных, металлических и деревянных конструкций). Они получили широкое применение благодаря более высокой прочности, морозостойкости и теплостойкости по сравнению с обычными битумными материалами. Наиболее распространёнными полимерными добавками являются каучук, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид [1]. Недостатком битумно-полимерных композиций является их более высокая стоимость по сравнению с обычными битумами. Поэтому при их разработке все шире используют отходы полимеров, что снижает стоимость получаемых материалов [2]. Кроме того, согласно ранее проведенным исследованиям авторов данной работы, эффект повышения свойств битумно-полимерных композиций от введения вторичных полимеров может быть даже выше, чем первичных [3].

Целью данного исследования является изучение влияния смесей вторичных полимеров на свойства битума и разработка битумно-полимерных материалов с улучшенными физико-механическими и технико-экономическими показателями.

В качестве основы композиций использовали нефтяной битум марки БН 70/30, в качестве полимеров – вторичный полиэтилен высокого давления (ПЭВД) по ГОСТ 10354–85 и вторичный полиэтилен низкого давления (ПЭНД) по ТУ РБ 800017526.003–2004. Для повышения теплостойкости и прочности в битум вводили диоксид кремния марки «Ковелос». Образцы готовили следующим образом. В емкость загружали полимер и разогревали до температуры 160-180°C. Затем в расплав вводили битум и перемешивали смесь до полной гомогенизации. После этого в смесь вводили диоксид кремния и заливали расплав в кюветы из алюминиевой фольги.

Температуру размягчения образцов измеряли по ГОСТ 11506-73, прочность сцепления композиции с бетонным основанием определяли на разрывной машине методом нормального отрыва бетонных прямоугольных образцов, склеенных расплавами композиций.

На рисунке 1 приведена зависимость температуры размягчения битумно-полимерной композиции от содержания вторичных полимеров.

Рисунок 2 иллюстрирует сравнительное влияние добавок полимеров, введенных в количестве 10 мас. %, на адгезию битума к бетону.

Как следует из представленных данных, введение вторичных ПЭНД и ПЭВД значительно повышает свойства битума, причем использование их смесей позволяет получать дополнительный эффект повышения теплостойкости и адгезии. Этот эффект можно объяснить следующими соображениями. У вторичных полимеров вследствие

термодеструкции при их термомеханической переработке происходит уменьшение их молекулярной массы, что приближает ее к молекулярной массе компонентов битума. Это может способствовать улучшению адгезии и когезии битумно-полимерных композиций, увеличивая однородность их структуры.

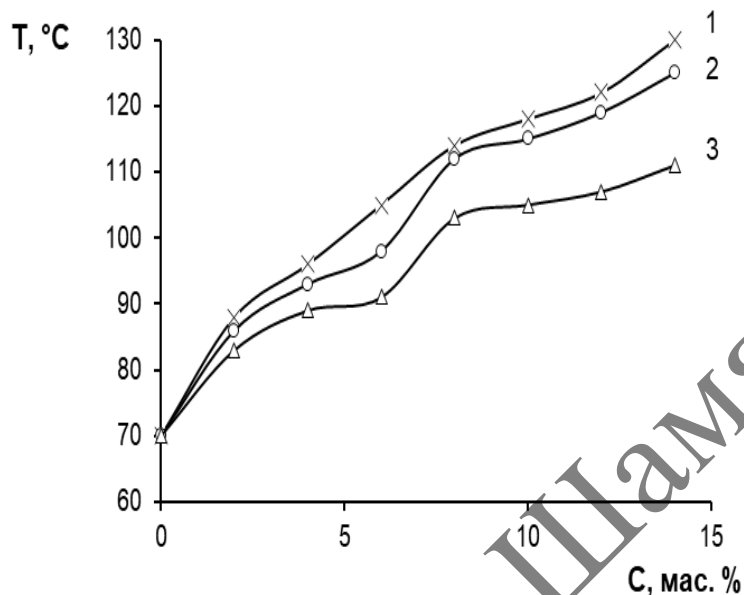


Рисунок 1. – Зависимость температуры размягчения битумно-полимерной композиции от содержания вторичных полимеров: 1 – смесь ПЭНД+ПЭВД в соотношении 1:1 по массе, 2 – ПЭНД, 3 – ПЭВД

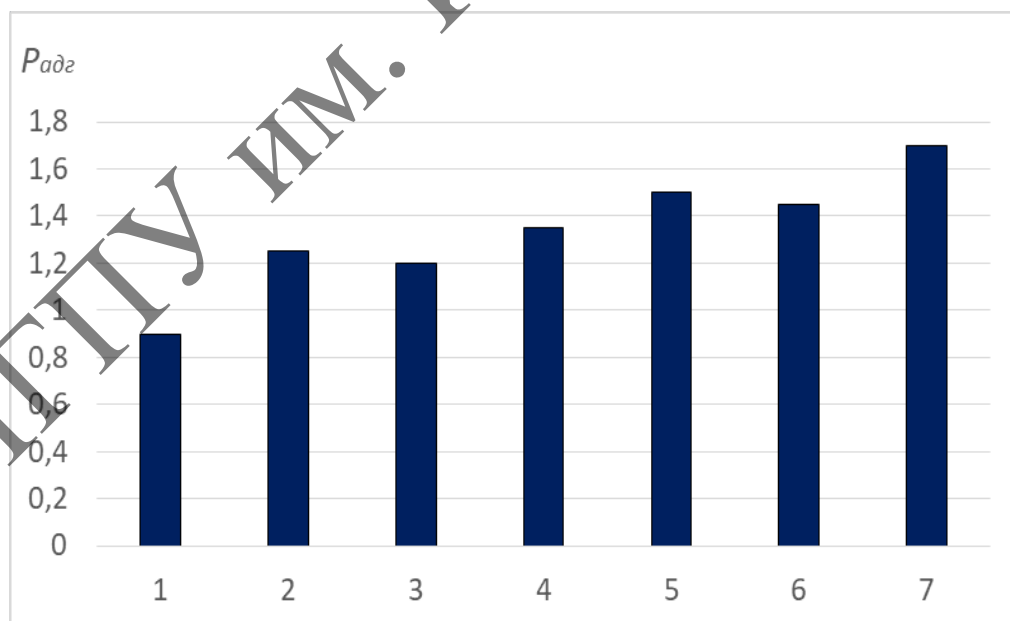


Рисунок 2. – Адгезия к бетону битумно-полимерной композиции в зависимости от типа полимерной добавки (10 мас.%): 1 – битум без добавки, 2 – ПЭНД первичный, 3 – ПЭВД первичный, 4 – ПЭНД+ПЭВД первичные (1:1), 5 – ПЭНД вторичный, 6 – ПЭВД вторичный, 7 – ПЭНД+ПЭВД вторичные (1:1)



Проведенные исследования послужили основой для разработки битумно-полимерной композиции, которую можно использовать для защиты бетонных и металлических конструкций. Составы битумно-полимерной композиции приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Составы битумно-полимерной композиции, мас. %

Компонент	Номер образца			
	1	2	3	4
ПЭВД вторичный	5	8	10	15
ПЭНД вторичный	5	8	10	15
Диоксид кремния марки «Ковелос»	1	2	3	4
Битум марки БН 70/30	89	82	77	66

Свойства битумно-полимерной композиции приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Свойства битумно-полимерной композиции

Свойства	Номер образца			
	1	2	3	4
Температура размягчения, °С	119	124	126	130
Прочность сцепления с бетоном, МПа	1,5	1,7	1,7	1,6

Как следует из таблицы 2, разработанные битумно-полимерные композиции имеют высокую температуру размягчения и адгезию к бетонным основаниям, что делает их перспективными строительными материалами. Кроме того, они содержат в своем составе вторичные полимеры, количество которых в сумме составляет от 10 % до 30 %. Это значительно снижает стоимость композиции и способствует частичному решению проблемы утилизации вторичных полимеров.

Таким образом, введение в нефтяные битумы смесей вторичных полилдефенов позволяет улучшить их эксплуатационные свойства, а также снизить стоимость получаемых материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кисина, А. М. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы / А. М. Кисина, В. Куценко. – М. : Стройиздат, 1996. – 134 с.
2. Степанович, Ю. А. Использование отходов полимеров в производстве окисленных битумов / Ю. А. Степанович, Б. Ж. Хаппи Вако, А. О. Шрубок // Труды БГТУ. Сер. 2. – 2019. – № 1. – С. 72–76.
3. Разработка и исследование битумно-полимерных композиций с использованием вторичных полимеров / В. М. Шаповалов [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2016. – № 4. – С. 87–99.

## **И. В. ЗАЮКОВ**

Винницкий торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета (г. Винница, Украина)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ БАКАЛАВРОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СТАТИСТИКА»**

Актуальность исследования связана с протеканием в мире, в том числе и в Украине, пандемии, связанной с заболеванием на COVID-19, которая на 01.01.2022 г. забрала более 100 тыс. жизней граждан Украины, что повлияло на ход образовательного процесса в высших учебных заведениях (ВУЗ). Так, Министерство образования и науки Украины направляло руководителям учебным учреждениям соответствующие рекомендации, в том числе касающиеся использования дистанционного образования.

*Целью работы* является обоснование использования модульной технологии обучения бакалавров (на примере специальности 073 «Менеджмент организаций») при изучении дисциплины «Статистика» на базе реализации онлайн-платформ.

В соответствии с утвержденной в Винницком торгово-экономическом институте Киевского торгово-экономического университета (ВТЭИ КНТЕУ) образовательно-профессиональной программы «Менеджмент организаций», для первого уровня высшего образования по специальности 073 «Менеджмент» (отрасль знаний 07 «Управление и администрирование») обязательным компонентом этой программы в цикле профессиональной подготовки является важная дисциплина – «*Статистика*».

В ходе изучения дисциплины «Статистика» студенты ВТЭИ КНТЕУ должны овладеть такими компетенциями: общими компетенциями (способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу; способность использовать статистические методы исследования в практических ситуациях); специальными компетенциями (способность определять характеристики организации; способность анализировать результаты деятельности организации, сопоставлять их с факторами влияния внешней и внутренней среды; способность определять перспективы развития организации, в том числе используя математические модели).

ВТЭИ КНТЕУ разработал свою онлайн-платформу электронного университета – Smart Electronic Learning (SEL), которая позволяет эффективно реализовать процесс дистанционного обучения в период пандемии COVID-19. Онлайн-обучение при использовании SEL дает возможность, например, при изучении дисциплины «Статистика» (по специальности 073 «Менеджмент организаций») всем субъектам образовательного процесса учитывать основные параметры при проектировании этой дисциплины, в том числе: *модель обучения* – смешанное (электронное и очное); *количество студентов* (без ограничения количества учащихся); *темпы освоения дисциплины* (в соответствии с графиком учебного процесса с возможностью изучения дисциплины в удобном темпе); *педагогическая технология* (модульная технология, которая направлена на эффективное изучение теоретического и практического курса дисциплины «Статистика»); *цель оценивания в курсе* (позволяет определить степень изучения материала, например, без изучения учебных элементов одного блока нельзя

перейти к изучению следующих учебных элементов); *роли преподавателя и студентов* (активное взаимодействие, направленное на изложение, оценивание пройденного студентами теоретического курса и решение ими конкретных статистических задач); *синхронизация и обратная связь* (смешанный формат взаимодействия).

В основе проведения дистанционного обучения по дисциплине «Статистика» (по специальности 073 «Менеджмент организаций») предлагается использовать такую концепцию, которая показала свою эффективность, – «Модули трудовых навыков». Она разработана Международной Организацией Труда (МОТ) и реализована не только в мире, в Украине «Внедрение гибких программ профессионального обучения для безработных» (ПРООН МОТ), но и в Беларуси, Казахстане, России и других странах. Основная особенность модульного обучения состоит в том, что обучающиеся становятся более мотивированными при изучении определённых курсов, в том числе «Статистики», что достигается оптимальным соотношением теории и практики; использованием теории на практике; экономией времени, поскольку ненужный материал оптимизируется; удобным графиком изучения материала; эффективностью изучения материала, поскольку не изучив предыдущий материал и не пройдя соответствующие тесты, нельзя перейти к другим учебным элементам и т. д.

Для примера рассмотрим модульный блок (МБ) № 3 «Статистические методы измерения взаимозависимостей», который включает такие учебные элементы (УЭ): УЭ № 1 «Дисперсный анализ», УЭ № 2 «Корреляционно-регрессионный анализ».

<b>МОДУЛЬНИЙ БЛОК №3</b> <b>СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТЕЙ</b> <b>3.2 НАВЧАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ</b>	
<p><i>Назва:</i> «Кореляційно-регресійний аналіз»  <i>Рівень вищої освіти:</i> перший (бакалавр)  <i>Спеціальність:</i> 073 «Менеджмент»  <i>Галузь знань:</i> 07 «Управління та адміністрування»  <i>Освітня програма:</i> «Менеджмент організацій»  <i>Номер навчального елемента:</i> 2  <i>Мета:</i> вміти побудувати просте та множинне рівняння регресії; вміти розраховувати параметри кореляційного рівняння; вміти економічно інтерпретувати побудоване кореляційне рівняння; вміти використовувати програмні продукти (MS Excel, Statistica) для побудови кореляційних рівнянь та їх інтерпретувати.  <i>Необхідні матеріали:</i> <u>Опря А. Т.</u> Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань) : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури. 2012. 448 с. (с. 181–198).</p>	
<p>1. Рівняння, що відображає зміну середньої величини однієї ознаки (y) в залежності від другої (x), називається рівнянням регресії або рівнянням кореляційного зв'язку. Приведемо приклад простого рівняння кореляції:</p>	$y_x = a_0 + a_1x,$ <p>де: <math>y_x</math> – середнє теоретичне значення y при даному значенні x;  <math>a_0, a_1</math> – параметри рівняння.</p>
<p>16. Розв'язавши цю систему рівнянь, знаходимо значення параметрів:  <math>a_0 = 132,95</math>; <math>a_1 =</math> «мінус» 1,79; <math>a_2 = 0,02</math>.  Тоді рівняння зв'язку буде мати вигляд:</p>	$y_x = 132,95 - 1,79x + 0,02x^2$

Рисунок 1. – Фрагмент учебного элемента

*Источник:* составлено автором.

Так, основными структурными составляющими УЭ являются название, специальность, отрасль знаний, квалификация, образовательная программа, номер УЭ, цели, необходимые материалы (список литературы), программные комплексы (MS Excel, ПО «Statistica») и другие обучающие средства, текст, тесты, практические задания [1]. УЭ делится на две части, так с левой стороны коротко описывается теория, а с правой – графическая интерпретация соответствующей теории. Фрагмент примера МБ № 3 и УЭ № 2 (3.2) приведем на рисунке 1.

Таким образом, в условиях протекания пандемии COVID-19 в мире, в том числе в Украине, важным фактором, который даст возможность оптимально организовать образовательный процесс в высших учебных учреждениях, является обеспечение симбиоза дистанционной формы образования с использованием платформы электронного университета, например, SEL; современных образовательных онлайн-платформ, например, Prometheus, Zoom; инновационных методов обучения – модульной технологии обучения, основанной на концепции «Модули трудовых навыков» (ПРООН/МОТ). В результате этого можно получить эффект синергии – повышение уровня мотивации студентов к изучению дисциплин, в нашем случае – «Статистика»; повышение качества изученного материала; сокращение ценного времени при изучении учебного материала; получение определенного уровня компетенции, что, в свою очередь, приведет к высокому уровню профессионализму будущих выпускников-менеджеров ВУЗов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Модульная методология МОТ в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unmcpr.at.ua/load/>. – Дата доступа: 02.01.2022.

**Т. В. КАРПИНСКАЯ**

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

### **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Анализ современной психолого-педагогической периодики позволяет отметить, что понятие цифровизации пока не имеет однозначного определения. К пониманию цифровизации сложились два подхода: оцифровка данных и стратегия интеграции цифровых технологий в повседневную жизнь общества [1].

В образовательной сфере цифровизация характеризуется переносом моделей и технологий цифрового взаимодействия и производства услуг на организацию образовательных процессов, что ведет к реформатированию и обновлению образования.

Следствиями развития интернета являются появление и распространение социальных сетей, смартфонов, позволяющих оперативно решать фактически любые задачи; рост потребителей, применяющих новые технологии. В связи с этим, раскрывая

содержание изучаемого понятия, в основу определения можно поставить не просто техническую сторону этого процесса, а те возможности, которые оно принесло в мир: изменение способов взаимодействия людей друг с другом.

К определению цифровизации в образовательной сфере исследователи считают применимыми два подхода: 1) использование цифровых ресурсов в обучении и воспитании (технологическая интеграция, когда цифровизация призвана оптимизировать образовательную деятельность учреждения посредством цифровых технологий); 2) цифровизация содержания и целей образования (включение цифровой грамотности в национальные образовательные стандарты; то есть здесь цель цифровизации заключается в обучении этим технологиям и формировании соответствующих компетенций у учащихся). Цифровые процессы в образовании рассматривают как необходимое явление для перехода к цифровой экономике и подготовки соответствующих кадров [1].

В соответствии с запросами времени предъявляются высокие требования к системе образования, особенно педагогического. Указывается, что современный преподаватель должен владеть цифровыми технологиями, навыками самообразования и готовностью развивать «цифровые» компетенции в дальнейшем, уметь передавать свой опыт новым поколениям учащихся и т. д. Для реализации этого вызова необходима цифровая трансформация педагогического образования, будущие педагоги должны овладевать новыми цифровыми технологиями в рамках концепции «обучение в течение всей жизни», чтобы осуществлять педагогическую деятельность в условиях цифровизации образования.

Цифровизация в образовании означает использование персональных компьютеров, мобильных устройств, интернета, программных приложений, других типов цифровых технологий в процессе обучения. Простейшими примерами цифровизации образования являются уже ставшие привычными компьютерное тестирование, дистанционное обучение, электронные учебники.

Технически для обеспечения цифровизации учреждениям образования требуются подключение к интернету, безопасный Wi-Fi, мощные компьютеры и проекторы в каждом кабинете. Недостаточность материальной инфраструктуры современного уровня не позволяет в должной степени внедрять современные цифровые технологии и основанные на них прикладные решения.

Причины торможения цифровизации образования видят в проблемах финансирования и опасениях масштабного сокращения штатов в связи с вытеснением аудиторной работы онлайн-обучением. Но ещё больше цифровизация тормозится дефицитами соответствующей подготовки кадров. Особенно актуальна и значима эта проблема для педагогических вузов: чтобы научить студента использовать цифровые технологии в своей будущей профессиональной деятельности для её оптимизации, преподаватель сам должен активно пользоваться ими на занятиях.

Недостаточная квалификация педагогических кадров в области цифровизации подтверждает отсутствие у преподавателей представления о возможностях современных образовательных технологий, имеющихся доступных учебных ресурсах по своим дисциплинам; неумение применять современные технологии для создания информационной образовательной среды по своей дисциплине, подготовки учебного контента,

организации и ведения учебного процесса, оценки его результатов; отсутствие знания методики применения цифровых технологий в обучении и управлении учебным процессом, в том числе, дистанционных и мобильных технологий, дидактический потенциал которых, по оценке зарубежных исследований, весьма высок [2].

Цифровизация образования предполагает радикальные перемены: меняется доступ к информации, специфика работы с ней, особенности взаимодействия преподавателя и студентов, методики преподавания, внедряются новые педагогические и социальные технологии взаимодействия.

Особое внимание ученых обращено и на понимание того, что педагог и реальная педагогическая коммуникация не могут быть полностью вытеснены цифровыми технологиями, что к цифровизации образования должен быть применен подход, где ведущее место будут занимать педагог и педагогика.

Трактуя социально-личностный смысл понятия «педагогика» как «особой всеохватывающей гуманистически ориентированной сферы жизнедеятельности людей, ответственной за: образование, развитие, взросление и социализацию детей, подростков и юношества, обеспечение лучшего будущего конкретной семьи, рода, поселения, региона, страны, планеты», Н. А. Масюкова была убеждена, что «ПЕДАГОГИКА выступает в качестве своеобразного «стража времени», поскольку именно она ответственна за то, чтобы «не прервалась связь времён». Кроме того, в период цифровизации общества и образования, миссия ПЕДАГОГИКИ предстаёт перед нами сегодня как направляющая, когда смена экономических приоритетов приводит к забвению культурно-исторических ориентиров предшествующих поколений, смене ценностей на цены, идеалов на идеологемы и слоганы, приоритету экономических и космополитических потребностей в ущерб духовно-нравственным и национальным богатствам» [3].

К. Зирер в своей работе подчеркивает, что «главным фокусом ответственности образования всегда было развитие человека. Человек в педагогике – это одновременно и начальная точка отсчета, и конечный результат. .... Цифровые технологии не могут стать заменой педагогической составляющей образовательного процесса. Более того, цифровизация должна быть подчинена педагогике» [4].

Л. М. Андрюхина, Н. О. Садовникова и др. в своем исследовании говорят о необходимости своевременного переключения на личностно-контекстный подход – профессиональное развитие педагогических работников, основой которого является представление о каждом из них как о целостной личности со своим уникальным опытом, профессионально-личностным потенциалом, мировоззрением, предпочтениями, установками, убеждениями и предубеждениями [5].

В ходе цифровизации образования возникает целый комплекс проблем (организационных, финансовых, методических, технологических и т. д.), связанных с рядом факторов объективного и субъективного характера. На основании мнения ряда специалистов, занимающихся самыми различными вопросами цифровизации образования, можно выделить и такую проблему, как недостаточность педагогических, психологических, медицинских исследований, посвященных вопросам и явлениям, касающимся цифровизации образования. Отсутствие научного обоснования может привести к принятию нецелесообразных педагогических решений.

Цифровизация высшего образования вносит изменения в квалификационные требования к профессорско-преподавательскому составу вуза. В связи с этим необходимы дальнейшие исследования по таким актуальным вопросам, как модель преподавателя цифрового образования, содержание его профессиональной подготовки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основные подходы к пониманию цифровизации и цифровых ценностей / Л. Н. Данилова [и др.] // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 5–12.

2. Файн, М. Б. Мобильное обучение в образовательном процессе: зарубежный опыт [Электронный ресурс] / М. Б. Файн // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 1, ч. 3. – Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2015/01/43006>. – Дата доступа: 17.12.2021.

3. Масюкова, Н. А. Понятие «ПЕДАГОГИКА» как базовая категория процесса цифровой трансформации образования [Электронный ресурс] / Н. А. Масюкова // Цифровая трансформация образования : сб. мат. 2-й междунар. науч.-практ. конф., Минск, 27 марта 2019 г. / отв. ред. А. Б. Бельский. – Минск : ГИАЦ Минобразования, 2019. – С. 111–112. – Режим доступа: [http://dtconf.unibel.by/doc/Conference\\_2019.pdf](http://dtconf.unibel.by/doc/Conference_2019.pdf). – Дата доступа: 17.12.2021.

4. Zierer, K. Putting Learning Before Technology! The Possibilities and Limits of Digitalization [Electronic resource] / K. Zierer. – New York : Routledge, 2019. – 120 p. – Режим доступа: <https://www.routledge.com/Putting-Learning-Before-Technology-The-Possibilities-and-Limits-of-Digitalization/Zierer/p/book/9781138320512>. – Дата доступа: 18.12.2021.

5. Цифровизация профессионального образования: перспективы и незримые барьеры / Л. М. Андрюхина [и др.] // Образование и наука. – 2020. – Т. 22, № 3. – С. 116–147.

**М. Л. ЛЕШКЕВИЧ**

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

### **ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Внедрение цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) в современный учебный процесс позволяет осуществлять более качественную подготовку студентов за счет сочетания традиционных методов преподавания с инновационными методами.

Взяв за основу работу С. Л. Лобачева [1], обозначим ряд ключевых аспектов использования ЦОР в учебном процессе:

1) мотивационный аспект – создает условия для максимального учета индивидуальных образовательных возможностей и потребностей студентов, выбора содержания, форм, темпов и уровня подготовки;

2) содержательный аспект – дополняет учебник элементами, которые он реализовать не может (в ЦОР можно оперировать информацией, работать с наглядными моделями труднообъяснимых процессов);

3) учебно-методический аспект – обеспечивает учебно-методическое сопровождение учебного предмета (применение ЦОР при подготовке к занятиям, при объяснении нового материала, для закрепления усвоенных знаний, для организации самостоятельной работы студентов);

4) организационный аспект – могут быть использованы при индивидуальной и групповой формах обучения;

5) контрольно-оценочный аспект – позволяет осуществлять различные виды контроля: тематический, промежуточный и итоговый.

Использование ЦОР в учебном процессе влияет на формы и методы представления учебного материала, характер взаимодействия между студентами и преподавателем и, соответственно, на методику проведения занятий в целом. Вместе с тем ЦОР не заменяет традиционные подходы к обучению, а значительно повышают их эффективность.

Использование ЦОР в учебном процессе дает преподавателю дополнительные дидактические возможности:

- индивидуализацию образовательного процесса по темпу, содержанию;
- компьютерное моделирование изучаемых объектов, процессов;
- компьютерную визуализацию учебной информации (представление реальных и виртуальных процессов и явлений в динамике развития, с сохранением возможности диалогового общения с программой);
- оперативность управления и способность компактного хранения больших объемов информации в текстовой и образной форме;
- обратную связь между пользователем и ЦОР, что позволяет обеспечить интерактивный диалог;
- автоматизацию процессов информационно-поисковой деятельности, обработки результатов учебного эксперимента с возможностью многократного повторения фрагмента учебного материала;
- организацию дифференцированной проверки сформированности знаний, умений и навыков обучающихся;
- автоматизацию процессов управления учебной деятельностью и контроля результатов усвоения учебного материала: генерирование и рассылка методических материалов, загрузку и передачу их по сети.

Функциональные возможности использования ЦОР в учебном процессе в значительной мере определяются их дидактическими характеристиками: интерактивностью; коммуникативностью; предоставлением учебного материала в виде текста, анимации, графики, видео, аудио мультимедиа средствами; использованием компьютерного моделирования для анализа образовательных объектов; автоматизацией



разных видов учебной деятельности. В целом функции ЦОР в учебном процессе можно разделить на два компонента (рисунок 1) [2].



Рисунок 1. – Функции ЦОР в учебном процессе

Рассмотрим инновационные педагогические инструменты, которые используются в ЦОР (рисунок 2).



Рисунок 2. – Инновационные педагогические инструменты ЦОР

Принципиальное новшество, вносимое ЦОР в учебный процесс, – интерактивность. Это свойство дает реальную возможность расширения функционала самостоятельной учебной работы – эффективного с точки зрения целей образования и временных затрат. Вместо текстового фрагмента учебного материала необходим интерактивный цифровой контент (представление информации учебными объектами, которыми можно манипулировать, и процессами, в которые можно вмешиваться).

Второй инструмент – мультимедиа, т. е. возможность одновременного воспроизведения на экране компьютера и в звуке совокупности объектов, представленных различными способами.

Моделинг – имитационное моделирование с аудиовизуальным отражением изменений сущности, вида, качеств объектов и процессов.

Четвертый инструмент – коммуникативность – это возможность быстрого доступа к образовательным ресурсам, расположенным на удаленном сервере, а также

возможность on-line коммуникаций удаленных пользователей при выполнении коллективного учебного задания.

Пятый педагогический инструмент – производительность пользователя. Благодаря автоматизации операций поиска необходимой информации эффективность учебной деятельности резко возрастает.

Следовательно, можно сделать вывод:

1) использование ЦОР в учебном процессе является необходимым условием для повышения качества учебного процесса за счет появления у преподавателей новых дидактических возможностей;

2) информационно-коммуникационные технологии в образовании на основе ЦОР предполагают сокращение персональных контактов преподавателя и студента с увеличением доли самостоятельной работы;

3) применение ЦОР обеспечивает интенсификацию учебного процесса;

4) ЦОР интерактивно концентрируют содержание учебного материала;

5) специфика ЦОР состоит в том, что одна их составляющая – компьютеры, проекторы, компьютерные сети не может быть использована в учебном процессе без второй составляющей – программного и комплексного методического обеспечения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лобачев, С. Л. Основы разработки электронных образовательных ресурсов [Электронный ресурс] / С. Л. Лобачев. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 188 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39557.html>. – Дата доступа: 17.12.2021.

2. Лешкевич, М. Л. Электронная рабочая тетрадь как дидактическое средство подготовки учителей трудового обучения / М. Л. Лешкевич // Научно-методический журнал «Технологическое образование». – 2014. – № 2. – С. 25–29.

**А. В. МАКАРЕНКО**

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

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ И ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАМЕНЩИКОВ**

Цифровые технологии развиваются с большой скоростью и входят во многие сферы деятельности человека: больницы, заведения общественного питания, учреждения образования.

Главной задачей цифровизации высшего образования, которая отражена в Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы, выступает подготовка кадров с высокой производительностью интеллектуального труда, в основе которой лежит цифровая компетентность [1; 2].

Сооружение зданий из камня насчитывает многовековую историю. С использованием природного камня строились здания жилищного, зрелищного, культурного и иного назначения. В настоящее время использование камня в общем объеме строительства занимает значительное место, особенно в гражданском строительстве, так как применение штучных каменных материалов позволяет сооружать здания произвольной конфигурации и архитектурных форм [3].

По состоянию на декабрь 2021 года в Республиканском банке вакансий находится более 950 вакансий каменщиков.

Целью дисциплины «Производственное обучение является формирование у студентов направления специальности 1–08 01 01–05 «Профессиональное обучение (строительство)» основ рабочей квалификации, необходимых для успешной работы по окончании учреждения высшего образования в качестве мастеров производственного обучения и преподавателей общетехнических дисциплин в учреждениях, обеспечивающих получение профессионально-технического и среднего специального образования в РБ.

Обучение каменным работам основывается на отработке навыков кладки различных видов каменных материалов для получения различных конструкций. Качество практического обучения зависит от различных факторов: степени теоретической подготовленности обучающегося, эмоционального состояния, влияния личности преподавателя и мастера производственного обучения, оснащенности учебной мастерской или лаборатории и т. д.

Строительство качественной каменной конструкции вручную из штучных камней определяется умением рабочего в различных условиях правильно организовать рабочее место, знании технологий производства каменных работ, систем перевязки швов и их применения для различных ограждающих конструкций зданий и сооружений. В ходе теоретического и практического обучения данному вопросу уделяется недостаточное внимание. Результаты обучения наиболее часто оцениваются по готовым каменным конструкциям, что не позволяет своевременно заметить «неправильные» навыки и определить какие компоненты подготовки необходимо корректировать [4]. Отработке умений у обучающегося помогают длительное практическое обучение и работа на виртуальных тренажерах.

Однако для обучения каменщиков виртуальных лабораторных работ нет. Их использование позволит обучающимся в реальности с помощью программного обеспечения компьютера наглядно представлять системы перевязки швов, увидеть наличие или отсутствие совпадающих швов в конструкциях, ошибки в раскладке камней и соответственно внести оперативные изменения.

Огромная роль в формировании практико-ориентированных компетенций при подготовке специалистов отводится учебно-методическому обеспечению дисциплин. Внедрение практико-ориентированных учебных пособий, применяемых в том числе на лабораторном практикуме, приучает студентов к самостоятельной активности, влияет на творческое развитие личности, студенты могут сами извлекать знания [5].

Содержание учебного плана и изучаемых дисциплин должно отражать современный уровень развития данной науки, ее специфику, т. е. «...определяя содержание обучения, мы переводим социальный заказ на язык педагогической науки».

Основываясь на принципах, используемых при проектировании практико-ориентированного содержания образования специалистов производственных объектов, необходимо перестраивать содержание образования под основную задачу – формирование спроектированных нами видов профессиональной деятельности: аналитической, эксплуатационной, алгоритмической, технологической, конструкторской, нормативно-информационной как условия обеспечения формирования профессиональных и специальных компетенций при подготовке педагога-инженера.

Внедрение практико-ориентированных учебных пособий решает задачи пробуждения у студентов постоянной тяги к знаниям, развитие их готовности к учебно-исследовательской работе, создает условия для развития компетентных и конкурентоспособных специалистов [5].

Использование виртуальных сред позволяет учащимся лучше овладеть компьютерными навыками, которые можно считать навыками обучения на протяжении всей жизни. Использование этих технологий также объединяет различные темы STEM и предоставляет большие ресурсы для более инклюзивных семинаров [6].

Развитие методик обучения и применение современных обучающих виртуальных тренажеров при подготовке по рабочим профессиям способствует повышению эффективности образовательного процесса, а также преодолению дефицита квалифицированных рабочих и педагогических работников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы [Электронный ресурс] / Минский областной институт развития образования. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://moiro.by/направления/информатизация>. – Дата доступа: 10.12.2021.

2. Храмцова, Ф. И. Цифровизация высшего образования в Республике Беларусь: методологический аспект / Ф. И. Храмцова, А. И. Терехова // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. – 2020. – Т. 3–2. – С. 104–106.

3. Каменные работы [Электронный ресурс] // Каменные работы. Строительный портал. – Режим доступа: <http://kamnestroi.ru>. – Дата доступа: 15.12.2021.

4. Грузинцев, Б. П. Актуальные вопросы создания эффективной системы подготовки операторов ручной дуговой сварки / Б. П. Грузинцев, А. В. Сас // *Глобальная и ядерная безопасность*. – 2013. – № 1 (6) – С. 96–99.

5. Хандрикова, И. А. Практико-ориентированные учебные пособия как средство формирования профессиональной компетентности обучающихся [Электронный ресурс] / И. А. Хандрикова // *Электронный научно-практический журнал «Гуманитарные научные исследования»*. – Режим доступа: <http://human.snauka.ru/2013/05/3161>. – Дата доступа: 15.12.2021.

6. Золотухин, М. С. Виртуальные лаборатории в преподавании и обучении [Электронный ресурс] / М. С. Золотухин // *Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации»*. – Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2019/07/89984>. – Дата доступа: 17.12.2021.

**Г. Н. НЕКРАСОВА**

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДОЛОМИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ К ШЛАКОВЫМ И КЛИНКЕРНЫМ РАСПЛАВАМ**

Одним из важнейших показателей качества огнеупорных и жаростойких изделий и главным фактором развития огнеупоров является необходимость повышения их шлакоустойчивости с целью обеспечения наибольшего ресурсосбережения при производстве и применении.

В данной работе приведены результаты лабораторного эксперимента, полученные при испытаниях на клинкероустойчивость и шлакоустойчивость к основному шлаку жаростойких доломитовых изделий.

Исходным материалом для изготовления жаростойкого изделия является стабилизированный доломитовый клинкер, получение и свойства которого показаны в предыдущих исследованиях [1–3].

Для изучения устойчивости доломитового жаростойкого изделия к шлаковым и клинкерным расплавам изготавливали образцы из стабилизированного доломитового клинкера и периклаза. Состав сухой формовочной смеси: клинкер с размером зерна  $5 \pm 1,25$  мм – 50 %; клинкер с размером зерна  $1,25 \pm 0,16$  – 10 %; периклаз с размером зерна  $1,25 \pm 0,16$  – 10 %; клинкер с размером зерна менее 0,16 – 10 %; периклаз с размером зерна менее 0,16 – 10 %. Образцы изготавливали методом полусухого прессования в виде цилиндров диаметром 70 мм. Связующим служил полифосфат натрия. Давление прессования – 100 МПа.

Образцы-цилиндры сушили в электрическом сушильном шкафу при температуре 100–105 °С и затем обжигали при температуре 1500 °С. В обожженном образце высверливали отверстие диаметром 15 мм и глубиной 28–30 мм. Перед испытанием размеры отверстий измеряли при помощи штангенциркуля. Полученные отверстия заполняли доверху измельченным шлаком или портландцементным клинкером. Величина зерен шлака и клинкера – менее 0,5 мм. Образцы с портландцементным клинкером нагревали в лабораторной электрической печи до температуры 1450 °С и выдерживали при этой температуре определенное время. Образцы огнеупора со шлаком БМЗ нагревали до температуры 1500 °С. Время пребывания испытуемых образцов в области температур составляло 60–180 минут.

Объектом сравнения для образцов на основе доломита служили образцы, выпущенные из промышленных периклазохромитовых кирпичей. Их испытывали параллельно в тех же условиях.

После охлаждения печи образцы распиливали по центру углубления, определяли площади, разъеденные шлаком и пропитанные шлаком и клинкером.

Шлак Белорусского металлургического завода, использованный в эксперименте, получается при выплавке стали в электропечах, имеет непостоянный химический состав, основность шлака БМЗ составляет 1,5–2,5. Гранулометрический состав шлака характеризуется наличием частиц как пылевидных, так и кусков 200–300 мкм и более. Около 70 % шлака составляют частицы менее 5 мкм.

В таблице 1 представлены результаты исследования шлакоустойчивости жаростойкого изделия.

Таблица 1. – Характеристика образцов после испытаний на шлакоустойчивость

№ образца	Характеристика испытываемого образца	Время выдержки образца в зоне температур 1450-1500 <sup>0</sup> С, мин	Площадь исходного отверстия, мм <sup>2</sup>	Площадь отверстия после испытаний, мм <sup>2</sup>	Шлако - разъедание, %	Площадь шлакопропитки, мм <sup>2</sup>	
1	Образцы на основе доломитового клинкера. Давление прессования – 80 Мпа	60	367	392	6,8	195*	
2		60	367	394	7,3	110	
3		60	382	407	6,5	125	
					Ср.6,9		
4		120	382	418	9,3	170	
5		120	382	412	8,0	178	
6		120	382	409	7,1	190	
					Ср.8,1		
7		180	382	430	12,5	210	
8	180	367	409	11,4	230		
9	180	367	419	14,2	198		
					Ср.12,7		
10	Образцы на основе доломитового клинкера. Давление прессования – 100 Мпа	60	367	384	4,7	60	
11		60	382	400	4,8	70	
12		60	367	380	3,4	70	
					Ср.4,1		
13		120	367	389	6,1	120	
14		120	382	410	7,2	150	
15		120	382	403	5,6	215*	
					Ср.6,3		
13		180	382	418	9,5	170	
17	180	367	397	8,1	186		
18	180	367	392	6,8	182		
					Ср.8,2		
19	Образцы из кирпича ПХЦ по ГОСТ 21436	180	367	395	7,6	165	
20		180	367	398	8,4	173	
					Ср.8,0		

\* Испытуемый образец имел внутренние дефекты в виде трещин и посечек. Дефекты стали видны после распиловки образца.

Из данных, представленных в таблице, видно, что при воздействии основного шлака на доломитовый материал при температурах 1450–1500 °С наблюдается незначительное увеличение объема углубления, в которое был помещен шлак. С увеличением времени выдержки в области высоких температур шлакоразъедание изделия несколько увеличивается. При температуре 1500 °С и времени выдержки 3 часа шлакоразъедание составляет 8,2–12,7 %. При высоком давлении прессования получается более плотный и, следовательно, менее пористый образец. Шлакоразъедание и шлакопропитка такого образца меньше, чем у аналогичного с большей пористостью.

При испытании образцов на основе доломитового клинкера на клинкероустойчивость установлено, что при выдержке испытуемых образцов в лабораторной электрической печи при температуре 1450 °С в течение 15 часов (суммарное время выдержки) не наблюдается каких-либо заметных изменений в структуре изделия. Размеры отверстия в образце, в которое был помещен клинкер, не изменились. Визуально реакционная зона не обнаружена, цвет не изменился. Не обнаружены признаки инфильтрации жидкой фазы клинкера вглубь изделия.

Таким образом, сравнительные результаты, полученные при проведении эксперимента, показали, что по такому показателю, как «устойчивость к клинкерному расплаву», изделие на основе доломитового клинкера не уступает периклазохромитовым изделиям, а площадь шлакопропитки изделия зависит от времени выдержки и от давления прессования. По шлакоустойчивости к основному шлаку БМЗ жаростойкие изделия на основе доломитового клинкера также находятся на уровне периклазохромитовых образцов, а на величину шлакопропитки значительное влияние оказывают внутренние дефекты материала.

*Это исследование частично поддержано договором №ХД 1905 на выполнение научно-исследовательской работы «Разработать основы технологии синтеза жаростойкого материала на основе доломита для футеровки промышленных тепловых аппаратов».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасова, Г. Н. Исследование термохимических превращений доломита месторождения «Руба» / Г. Н. Некрасова, Д. М. Кузьменков // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2018. – № 2 (211). – С. 10–15.
2. Некрасова, Г. Н. Исследование свойств жаростойкого бетона на полифосфатной связке / Г. Н. Некрасова // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XI междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 28–29 марта 2019 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: Т. В. Карпинская (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2019. – С. 278–280.
3. Некрасова, Г. Н. Низкотемпературный процесс получения жаростойких бетонов на основе доломита и полифосфатной связки / Г. Н. Некрасова, М. И. Кузьменков, Н. М. Шалухо // Огнеупоры и техническая керамика. – 2018. – № 3. – С. 12–15.

**А. В. ШАПОВАЛОВ, К. В. ОВЧИННИКОВ**

ГНУ ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЭВД И ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА**

Особое место среди органических наполнителей занимает гидролизный лигнин (ГЛ). ГЛ образуется в виде побочного продукта при переработке древесины хвойных и лиственных пород гидролизом разбавленной серной кислотой и представляет собой природное высокомолекулярное вещество с разветвленными макромолекулами, образовавшимися при полимеризации спиртов ароматического ряда. По оценкам специалистов, запасы ГЛ в Беларуси превышают 5 миллионов тонн, а ежегодный прирост его количества на гидролизных заводах доходит до 300 тысяч тонн. Одним из направлений использования ГЛ в полимерном материаловедении представляется его введение в композиции в качестве наполнителя. Однако широкого использования в промышленности лигнин-полимерные композиты до настоящего времени не получили, так как это связано, в первую очередь, с технологическими трудностями производства и переработки таких композитов. В то же время поиск и использование дисперсных функциональных модификаторов, способных повысить прочность ГЛ с некоторыми крупнотоннажными полимерами и перерабатываемость этих композиций, позволит расширить номенклатуру получения изделий для строительства и машиностроения.

Предварительно проведенные исследования влияния концентрации ГЛ в ПЭВД на прочность композиции и ее перерабатываемость показали, что наиболее эффективным соотношением ГЛ и ПЭВД в композиции представляется 1:1 соответственно. По критерию прочности и перерабатываемости композиции были определены рецептурные составы композиции, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Рецептурные составы образцов композиций

Компо- ненты	Номер состава, содержание компонентов, мас. %						
	Исход- ный	1	2	3	4	5	6
ГЛ	50	50	50	50	50	50	50
КМ	–	10	5	5	5	–	10
StZn	–	2	2	0,5	–	–	–
ПЭВД	50	38	43	44,5	44	39	39
СЭВ	–	–	–	–	–	10	–
ПВ-200	–	–	–	–	1	1	1



Важной технологической характеристикой переработки полимерных композиционных материалов в изделия являются влагосодержание и фракционный состав ГЛ, а также крутящий момент при экструзии, поскольку они дают представление о технологичности композита при его переработке. При этом основными параметрами, определяющими величину крутящего момента, являются температура и давление в системе «цилиндр – шнек». Исследовано влияние температуры  $T$  переработки базовой композиции на величину крутящего момента  $M_{кр}$  (таблица 2).

Таблица 2. – Влияние температуры переработки на крутящий момент

Показатель	Значение показателя						
$T, ^\circ\text{C}$	170	180	190	200	210	220	230
$M_{кр}, \text{Н}\cdot\text{м}$	20,3	12,6	12	12,2	12,3	11,8	11,9

Анализ показывает, что оптимальной температурой переработки композиционного материала является 180–190 °С. При переработке материала ниже данной температуры наблюдается возрастание крутящего момента и, соответственно, нагрузки на перерабатывающее оборудование, что необоснованно увеличивает энергозатраты. Переработка материала выше температуры 190 °С практически не влияет на показатель крутящего момента, но при этом увеличивается энергопотребление оборудования, связанное с нагревом цилиндра и оснастки. Кроме того, возрастает опасность протекания в композиции термодеструктивных процессов. Показано, что переработка материалов с влажностью ГЛ более 2 % резко снижает физико-механические характеристики материала, вплоть до растрескивания профиля и выброса экструдата из формующей головки. Экспериментально установлено оптимальное содержание влаги в композиции – в пределах 1,5–2 %. При достижении влаги в ГЛ меньше 1,5 % возникает необходимость в увеличении энергозатрат при сушке, а также затруднения при переработке композиции.

Аналогичные проблемы наблюдаются и при исследовании фракционного состава ГЛ. При фракции ГЛ в пределах 0,4–1,0 мм и его содержании в композиции 50 мас. % достигается наилучший уровень прочностных свойств. Для фракции ГЛ менее 0,4 мм характерно снижение прочности на 16–27 % и ухудшение технологичности композиции в процессе переработки. При фракции ГЛ более 1,0 мм наблюдается ухудшение качества поверхности материала и снижение его физико-механических характеристик вследствие образования в структуре композита дефектов в виде вздутий и микротрещин.

Результаты механических испытаний (таблица 3) изготовленных образцов полимерных композиционных материалов показывают, что по сравнению с исходной композицией все исследуемые образцы имеют более высокие показатели разрушающего напряжения при растяжении и относительного удлинения. Так, прочность повышается на 17–65 %, относительное удлинение в 1,5–3 раза. Это связано с пластифицирующим действием модифицирующих добавок на ПЭВД, повышающих эластичность полимерной матрицы в композиционной системе. На пластифицирующий

эффект в композиции указывает и снижение ее модуля упругости. В то же время отмечен резкий скачок (в 1,5–2,5 раза) показателя ударной вязкости материалов.

Таблица 3. – Механические характеристики композитов

Номер состава	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	Относительное удлинение при растяжении, %	Модуль упругости, МПа	Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>
исходный	6	4	400	8,7
1	8	7	320	16
2	7	9	280	12
3	9	9	300	20
4	9	6	356	10,5
5	7	10	241	17,25
6	10	12	257	22

Таким образом, апробация разработанных лигнин-полимерных композиционных материалов при переработке на экструзионном и литьевом оборудовании свидетельствует о возможности и перспективности их использования в производстве длинномерных (труба, погонаж, лист) и литьевых изделий.

**Б. В. ПАЛЬЧЕВСКИЙ**  
 ГУО МГИРО (г. Минск, Беларусь)

### ЛОГИЧЕСКОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Логическое структурирование учебного материала – одно из актуальных и дидактически эффективных направлений реализации таких процедур работы с информацией, как: понимание, поиск, отбор, аналитика, квантование, систематизация, свертывание, визуализация, схематизация, интеграция, интерпретация, осмысление, оценка и др.

**Понимание** – универсальная операция мышления, связанная с усвоением нового содержания, включением его в систему устоявшихся идей и представлений. В психолингвистике **понимание** трактуется преимущественно как результат смыслового восприятия речевого сообщения (*Википедия*). При работе со структурно-логическими схемами (СЛС) осуществляется герменевтическая работа с текстом и визуальным материалом.

**Поиск информации** – процесс выявления в некотором множестве текстов (иллюстраций) всех тех, которые посвящены указанной теме (предмету), удовлетворяют заранее определенному условию поиска (запросу) или содержат необходимые (соответствующие информационной потребности) факты, сведения, данные (С. В. Кравченко). При создании СЛС по теме урока выявляется адекватная информация, отвечающая принципу научности. *Справка:* Релевантность информации – соответствие информации тематическому запросу. Полнота информации – свойство информации исчерпывающе характеризовать отображаемый объект или процесс. Точность информации определяется степенью близости получаемой информации к реальному состоянию объекта, процесса, явления и т. п. Достоверность информации – свойство информации не иметь скрытых ошибок.

**Отбор информации** – устранение избыточной информации с целью выявления и фиксации сущностного и предметно ориентированного субъекта (объекта) авторского поиска: тематически направленного содержания, структуры, характеристик, признаков, свойств и других составляющих СЛС (для занятия). Отбор осуществляется в рамках тематики СЛС и производного целеполагания. На этом материале в ходе отбора информации появляются возможности обучения выстраиванию определенного отношения у учащегося к получаемой информации, выявлению в ней скрытой составляющей, пониманию мировоззрения автора.

**Аналитика** – объект исследования, рассматриваемый как система, мысленно или практически расчленяется на составные элементы (признаки, свойства, отношения и т. п.), для изучения каждого из них в отдельности и выявления их роли в структуре системы, т. е. в СЛС. Чтобы провести анализ учебной информации, необходимо:

- а) правильно отобрать информацию по заданному учебному материалу;
- б) определить учебные элементы/понятия;
- в) правильно провести ее *структурно-логический анализ*;
- г) вычленив в содержании отобранного учебного материала *учебные элементы/понятия*;
- д) провести их классификацию;
- е) установить между ними связи или отношения. (Т. А. Акимова).

**Квантование** – разделение текста на сравнительно короткие части. Помимо членения, текст сокращается, редактируется так, чтобы стать понятным обучающимся. Пониманию способствуют заголовки, формулируемые к каждой части СЛС в процессе квантования. «Квант» – часть текста, объединенная одной мыслью. Основными методами квантования являются:

- а) сокращение (или сжатие) словесного и символического состава учебных текстов;
- б) членение их на части;
- в) использование подзаголовков к каждой части учебного текста (Т. П. Беляева).

**Систематизация** – процедура приведения информации в порядок. Окружающие нас объекты (или информацию) можно систематизировать различными способами: сортировкой, разбиением по признакам на группы, преобразованием информации по определенным правилам (алгоритмы) или путем рассуждений и др. (Ю. В. Гребенюк). При разработке СЛС (для конкретного занятия) систематизация

информации подразумевает её интерпретацию, переработку и представление в определенном виде (например, графа), что даёт возможность каждому учащемуся адекватно воспринять и понять информацию. В СЛС информация располагается по определенным правилам и имеет вполне завершённый формат, что придает ей логический смысл и значение (*И. Песцова*).

**Свертывание** – это совокупность операций аналитико-синтетической переработки информации, преследующих цель выразить содержание исходного текста в более краткой форме при сохранении или некотором уменьшении его информативности в производном тексте (*Студопедия*). При построении СЛС могут использоваться графические формы свертывания информации: схема (кластер, иерархическая структура, кольцевая, циклическая), график, диаграмма (кольцевая, столбчатая), таблица, план (местности), карта и др. (*М. А. Балякина*).

**Интерпретация** – (лат. *interpretatio* – толкование, объяснение) – истолкование текста с целью понимания его смысла (с использованием понятий). В СЛС интерпретируемые понятия могут располагаться как в виде вершины графа, так и в виде комментария на ребре (линии связи со стрелкой).

**Визуализация** (в широком понимании) – это процесс представления данных в виде изображения с целью максимального удобства их восприятия и понимания (*И. Н. Коленкина*). Визуализация «одевает» схематические концепты (в частности, СЛС) в яркую, выразительную художественно-графическую форму (*В. Б. Исаков*). Благодаря визуализации, при разработке СЛС эффективно реализуется дидактический принцип наглядности.

**Схематизация** – позволяет выделить в объекте главное, обнаружить составляющие его элементы, показать их взаимосвязь, даёт толчок к построению концептуальных подходов (*В. Б. Исаков*). Собственно конструкт СЛС олицетворяет собой форму схематизации того или иного явления, предмета, события.

**Интеграция** (от лат. *Integratio* – «восстановление», «восполнение», «соединение») – процесс объединения частей в целое. В зависимости от контекста может, например, подразумеваться:

- а) веб-интеграция – объединение разнородных частей и систем в единую среду на базе веб (при составлении СЛС по информатике);
- б) интеграция данных – объединение данных, находящихся в различных источниках;
- в) экологическая интеграция – решение комплекса экологических проблем, (СЛС по биологии, географии) (*Википедия*).

**Осмысление** – познавательная процедура, которая подразумевает постижение действительности мышлением в определённых практических, теоретических, культурных, личностных и прочих контекстах (*Г. Л. Тульчинский*). При разработке СЛС осмыслению подвергаются замысел её представленности, структура, содержание, взаимосвязи и, конечно, представленные в этом разделе СЛС такие процедуры работы с информацией, как: понимание, визуализация, интерпретация и др.

**Оценка** – при оценке качества дидактического объекта следует помнить о том, что высокая точность измерений несовместима с большой сложностью изучаемой

системы (*Л. Заде*). Если объект состоит из большого числа разнородных элементов, связанных между собой разнотипными связями, то построить его модель, точно соответствующую оригиналу, практически невозможно. (*Р. В. Майер*).

При разработке СЛС оценке подлежат многие факторы: сложность темы, уровень подготовки учащихся, количество новых понятий и др.

**Заключение.** В итоге мотивированного и сознательного выполнения всего комплекса перечисленных процедур формируется культура осмысленного чтения, восприятия, понимания и адресного употребления информации.

Продуктом научно обоснованного и практикоориентированного логического структурирования учебного материала выступает в рамках инновационной технологии такое дидактически эффективное средство обучения, как структурно-логическая схема.

**Н. К. ПЕЩЕНКО**

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

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ**

Одним из непредсказуемых испытаний для всего глобального мира стала двухгодичная пандемия, которая вынудила системы образования всех стран мира искать новые пути и способы обучения студентов.

Реакция систем высшего образования и международного профессорско-преподавательского состава в данных условиях обучения оказалась разной. Отдельные университеты на время пандемии полностью перешли на дистанционную форму обучения. Однако в ряде научных исследований отмечается, что дистанционное обучение не позволяет в полном объеме сформировать набор необходимых будущему учителю компетенций. По мнению исследователей, такая форма обучения может разрушить передовую, проверенную десятилетиями и успевшую себя зарекомендовать отечественную высшую школу, и ухудшить качество получаемого образования. Мы согласны, что переход на дистанционное обучение не может в полной мере обеспечить уровень, достигаемый при традиционном формате. Результативность Off-Line обучения неоспорима, но считаем, что в создавшихся условиях оптимальным выходом может быть сочетание очной и дистанционной форм обучения.

В БГПУ им. М. Танка на физико-математическом факультете в течение двух лет дистанционно читаются лекции, проводятся различного рода еженедельные консультации, однако практические занятия, зачеты и экзамены проходят в Off-Line режиме.

Самыми популярными ресурсами для организации непосредственно дистанционной работы стали платформы, позволяющие осуществлять двухстороннюю коммуникацию с возможностью визуализации контента. Одна из самых распространенных и несложных в использовании платформ для осуществления

дистанционного обучения – ZOOM. Она позволила нам проводить лекционные занятия в режиме On-Line, рационально совмещая их с практическими занятиями, проводимыми в режиме Off-Line. Данная платформа дает возможность преподавателю контактировать с обучаемыми во время лекции. Студенты могут выйти на видео- или аудиосвязь с преподавателем, задавать ему вопросы, обсуждать сложные моменты. При этом демонстрация экрана своего персонального компьютера или демонстрация стационарной доски, на которой мы делаем записи, и студенты видят их, безусловно усиливает эффективность восприятия лекции. Такой формат работы, конечно, не заменяет традиционный, но максимально к нему приближает.

Содержание On-Line лекций, как и при традиционном подходе, соответствует основным дидактическим принципам: целостности, научности, доступности, систематичности и наглядности. Традиционно реализуемые компоненты структуры лекции (тема, план, литература, содержание) остались неизменными, как и методический подход к ее проведению.

Однако с целью наиболее рационального использования времени контакта студентов с преподавателем на On-Line-лекции целесообразна система взаимодействия современных педагогических, дидактических и компьютерных технологий. Реализуемый на их основе компетентностный подход к обучению сориентировал нас на добавление следующих приемов:

1. Рациональное использование гаджетов, которые значительно сокращают затраты времени на чисто техническую работу, связанную с записью определений, условий задач рассматриваемых на лекции, выполнением чертежей и рисунков. В связи с этим условия задач, рисунки, чертежи, рассматриваемые на лекциях, мы заранее выкладываем в группе в вайбере.

2. Краткое обобщение основных идей темы и определение направлений дальнейшей самостоятельной работы студентов. Тем самым мы закладываем основу для последующих On-Line-лекций.

В качестве примера рассмотрим некоторые аспекты удалённой работы со студентами по «Элементарной математике и практикуму по решению задач по стереометрии». На лекции отводится 22 часа из 54 часов. Темы не только одни из самых сложных для студентов, но и не лучшие для проведения в режиме On-Line. Соответственно возникает достаточно много проблем как при подготовке, так и при проведении лекций.

Стационарная доска преподавателя сравнительно небольших размеров, в связи с чем возникают сложности при выполнении чертежей. Их, как уже было сказано ранее, мы заранее отсылаем студентам в вайбере. Но построение изображения пространственной конструкции является одним из важнейших этапов решения стереометрической задачи, способствующих развитию их пространственного воображения. Выполнение нужного чертежа для большинства стереометрических задач обычно требует нескольких попыток студентов. Лишь после того как обучаемому удастся зафиксировать в чертеже ключевые соотношения и при этом изображение получилось достаточно наглядным, он может приступить к анализу, при этом чертеж является главным источником идей решения задачи. И, конечно, работа по готовому изображению не дает требуемого эффекта.

Решение стереометрической задачи обычно громоздкое, соответственно на стационарной доске преподавателя не помещается. Недостаточно места и для дополнительных выкладок, что может привести к непониманию каких-то моментов решения. Кроме того, большинство стереометрических задач характеризуется наличием нескольких вариантов решения. Особенно это касается задач на комбинацию геометрических тел. Поэтому на лекции рассматриваем один вариант решения, остальные задаем на дом с последующим разбором наиболее рационального.

Как уже было сказано ранее, лекции в дистанционном формате в полном объеме не позволяют сформировать набор необходимых компетенций у студентов. Они, как правило, в основном строятся на репродуктивной деятельности, направленной на усвоение уже готового материала. Поэтому возрастает роль практических занятий, проводимых в Off-Line формате.

Для того чтобы практические занятия носили четко выраженную связь с лекциями, начинаем их с небольшого опроса студентов по ключевым моментам предыдущих тем. Время в конце практического занятия стараемся использовать для ответов на вопросы обучаемых и возможной дискуссии по содержанию лекции. Сложность стереометрического материала вызывает большое количество вопросов даже при очном формате лекций, а в условиях режима On-Line их – еще больше.

Задания для аудиторных занятий и последующей домашней работы также выкладываются в вайбере, что не только значительно экономит время преподавателя, но и позволяет организовать дифференцированную работу со студентами, в том числе и иностранными. Туркменским студентам обычно предлагаем задания по стереометрии на готовых чертежах. При этом ввиду их слабой математической подготовки и плохого знания русского языка ограничиваемся несложными задачами школьного уровня.

Полнота охвата содержательного материала предмета достигается через сочетание аудиторных занятий с самостоятельной работой студентов. Поисковая активность обучающихся, формирование у них навыков, творческого исследовательского поиска происходит именно в процессе самостоятельной работы. Программу курса, которая изначально определила темы, изучаемые на лекциях и практических занятиях и прорабатываемые самостоятельно, мы частично пересмотрели и скорректировали. На самостоятельную работу вынесли темы, знакомые студентам из школьного курса стереометрии и особых трудностей у них не вызывающие. В то же время на аудиторных занятиях акцентировали внимание на новых для студентов темах: «Основные способы вычисления расстояния между скрещивающимися прямыми: метод вспомогательного объема и метод ортогонального проектирования», «Методы решения стереометрических задач на нахождение наибольших и наименьших значений с использованием и без использования средств математического анализа», «Применение векторов к решению аффинных и метрических задач в пространстве».

В заключение отметим, что нынешнее поколение молодых людей уже вполне адаптировано к цифровой среде и чувствует себя в ней достаточно уверенно. Поэтому перевод части учебной деятельности студентов в цифровой формат вполне возможен и позволит в дальнейшем сделать обучение более гибким и эффективным.

**Т. А. РОМАНЧУК**

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

## **УМЕНИЕ СТУДЕНТА РАБОТАТЬ С ЛИТЕРАТУРОЙ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ**

Ситуация, в которой оказалась система образования в связи с коронавирусной инфекцией и вынужденным переходом на дистанционную форму обучения, подняла одну из очень важных проблем – неумение студентов работать самостоятельно. Как бы тщательно и ответственно ни относился лектор к проведению онлайн лекции и как бы старательно студенты ее ни слушали, она никогда не сможет стать такой же эффективной, как лекция, прочитанная в аудитории. Как следствие, это приводит к тому, что студенты для качественного понимания материала вынуждены прибегать к использованию литературы, чего, как оказалось, они совсем не умеют делать, а ведь чтение учебников должно быть неотъемлемой частью всего образовательного процесса.

Во-первых, прежде, чем читать учебник, студент должен спросить себя: для чего он это делает? Если ответ: потому что так сказал преподаватель, то велика вероятность, что большого результата от такого чтения не будет. Ключевую роль должна играть внутренняя мотивация студента, он должен сам стремиться закрепить, а иногда и углубить полученные знания. К сожалению, современные студенты нацелены на то, чтобы получить быстрый и желательный не очень затратный с точки зрения прилагаемых усилий результат, и если для сдачи экзамена (пусть и на минимальную оценку) достаточно конспекта лекций, то зачем еще какие-то учебники? А ведь чтение – это не только про знания сами по себе, но и про развитие мышления, логики и внимательности.

Учебная литература очень разная: это и теоретические книги, и задачки, и всевозможные справочники или решебники. А значит, разным будет и способ чтения: что-то можно просмотреть и «по диагонали», а чему-то нужно уделить определенное время. Учебная литература, в отличие от научной, содержит стандартные материалы, структурированные по принципу от «простого» к «сложному». Сориентироваться студенту в тех книгах, которые предлагает библиотека, должен помочь преподаватель: возможно студент хочет просто закрепить практические навыки и порешать дополнительные задачи (нужен хороший задачник с ответами) или ему необходимо разобраться с типовыми примерами (в этом случае подойдет решебник), а может он хочет более детально разобраться в теоретическом материале? Безусловно, в каждом из этих направлений есть свои общепризнанные авторитетные авторы, которых студент просто не знает.

Первый этап – это беглое ознакомительное чтение, когда студент должен сориентироваться, какой материал в учебнике есть, достаточно ли его или необходимо воспользоваться еще какой-нибудь литературой. Иногда складывается ситуация, что материал одной лекции разбросан по нескольким параграфам и тогда студент должен уметь проанализировать, что из дополнительного материала ему нужно, а что – нет, но с другой стороны, пропускать целые куски текста тоже нельзя, т.к. будет нарушаться цепочка рассуждений и студент рискует потерять между ними связь. Также он должен



быть готов к тому, что придется «возвращаться» и к предыдущим параграфам, что будет требовать дополнительных временных затрат и прилагаемых для понимания материала усилий, что в результате может привести к тому, что студент вообще это забросит. Однако, если он не пожалеет себя и заставит разобраться в трудных местах, то это будет на пользу не только с точки зрения изучения конкретного предмета, но и с точки зрения развития терпения, самодисциплины, внимательности и сосредоточенности. Это неправильно ожидать, что после первого прочтения весь материал будет понятен, возможно, его придется неоднократно прочесть лишь для того, чтобы разобраться, что же на самом деле не понятно и тогда можно будет задать вопрос преподавателю. Также одной из ошибок студентов является то, что они стараются понять каждое предложение и только после этого переходить к следующему. Иногда такой подход действительно оправдан, но иногда и нет; бывает нужно прочитать абзац, а то и весь пункт, чтобы сложилась общая картина и выстроилась последовательная цепочка рассуждений. Самые важные моменты, как правило, в учебниках выделяются и оформляются в конце параграфа в виде вывода или заключения. Приходилось сталкиваться и с ситуацией, когда студент читает только это самое заключение, мотивируя тем, что в нем собрано все самое главное, о чем написано в параграфе, а детали не так уж и важны.

Для лучшего понимания и усвоения материала необходимо делать какие-то выписки и пометки, простого прочтения недостаточно. Очень полезным может оказаться терминологический словарь, который студент будет вести по мере появления новых определений и формул, его наличие, несомненно, будет хорошим помощником для понимания дальнейшего материала. Также довольно эффективным может оказаться и ведение опорного конспекта по прочитанной литературе. Если же студент пользуется только одним источником, то вести его (конспект) проще, если же – несколькими, то необходимо очень ответственно подойти к его составлению, чтобы была правильная последовательность изложения материала, но в то же время нельзя увлекаться подробным переписыванием определений или теорем, должна быть краткость и четкость, необходимые пометки могут быть оформлены в виде схем или таблиц. Для достижения этой цели студент должен уметь анализировать и «прорабатывать» материал, размышлять над ним, ведь только то, что лично прочувствовано и продумано, может лечь в основу крепких знаний. В процессе написания опорного конспекта у каждого будет вырабатываться своя собственная система сокращений и обозначений, определения или формулировки теорем, также будут записываться в более простом изложении, здесь главное, чтобы не потерялась суть, а то, что студент «переведет» текст на свой более понятный язык, будет способствовать его лучшему запоминанию. Конечно же, такое умение не придет сразу, а будет постепенно нарабатываться с опытом. Если делаются выписки из разных источников, то целесообразно пометить, что и откуда было выписано.

Одним из важных показателей правильной работы студента с учебником является наличие вопросов по прочитанному, но студенты часто стесняются, боясь показаться глупыми или неподготовленными. К сожалению, часто студенты работают с литературой поверхностно и торопливо, стараясь быстрее прочитать все, что задано. Однако надо стараться приучать себя к кропотливому, зачастую долгому труду

над учебником, научиться получать радость и удовольствие от проделанной работы и ее результата. Иногда приходится слышать: нас никто этому (работе с литературой) не учил и поэтому я не умею! А ведь научить этому нельзя, и такие слова студентов – это оправдание собственной лени и нежелания работать. Нерациональное бессистемное чтение не только не даст необходимого результата, но может привести и к отчаянию студента вообще что-либо понять, оно будет тормозить (а не развивать) память и мышление, приводить к пустой трате времени, вызывая переутомление и раздражение студента от бесполезности своего труда.

В заключение хотелось бы сказать и о пользующейся популярностью литературе в электронном формате. С одной стороны, наличие таких учебников большой плюс, ведь все необходимые книги могут быть в библиотеке. В последнее время издается очень много разнообразной учебной и методической литературы и всю ее заказать и приобрести библиотека просто не в состоянии, поэтому возможность найти в интернете и ознакомиться с чем-нибудь новым очень важна. Но если говорить о вдумчивом чтении, то предпочтение лучше отдать «бумажному» варианту, а если попадет в руки учебник, с которым работал хороший студент, то это может быть подспорьем в изучении материала (часто остаются некоторые пометки, подчеркивания наиболее важных мест, хотя рисовать в учебнике все-таки нехорошо).

Культура чтения – очень объемное и сложное понятие, включающее в себя и осознанный выбор книг и умение максимально усваивать и понимать прочитанное. Она является одной из важных составляющих культуры личности в целом, а значит необходимо уделять большое внимание ее развитию у современной молодежи.

**А. С. РУДЕНКОВ**

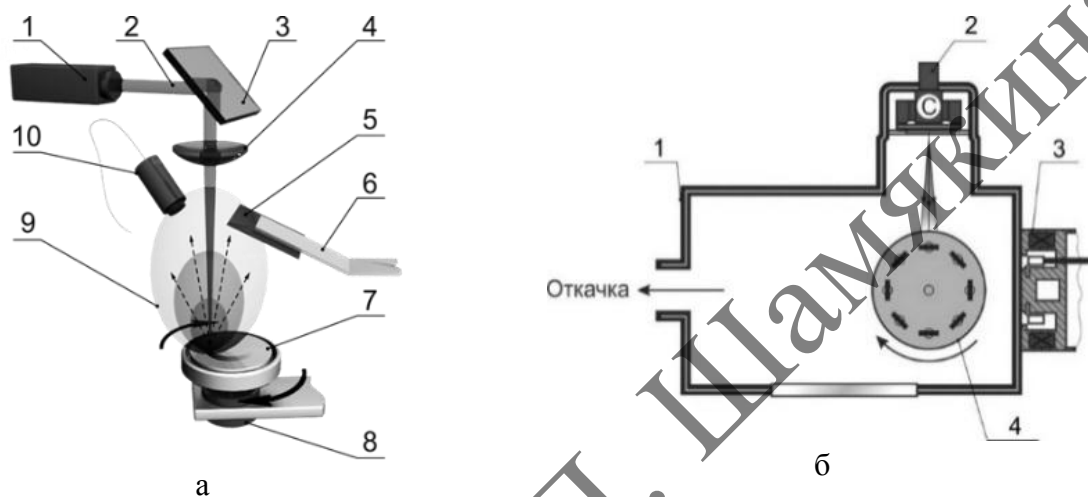
УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

## **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА**

Углеродные покрытия характеризуются химической инертностью, высокими механическими свойствами, высокими напряжением пробоя, электрическим сопротивлением и теплопроводностью, прозрачностью в инфракрасной области, высокой износостойкостью, устойчивостью к коррозии, обладают низким коэффициентом трения и биосовместимостью. Основными недостатками углеродных покрытий являются высокий уровень внутренних напряжений, низкая термостойкость (< 350 °С) [1; 2]. Вместе с тем известно, что углеродные наноструктуры, в частности, нановолокна, нанотрубки, фуллерены, графен, проявляют уникальные механические и теплофизические свойства, обусловленные следующими факторами: высокой прочностью углерод-углеродных связей, рекордно большой плотностью упаковки атомов, отсутствием или малой плотностью дефектов структуры [3; 4]. Однако углеродные наноструктуры, в силу своих свойств и характеристик, не могут быть самостоятельно использованы в современных технологических процессах упрочнения

поверхности деталей и инструментов, они должны быть смешаны или спрессованы с основой или каким-либо иным путем внедрены в матрицу [5]. В связи с этим, исследования, направленные на разработку инновационных методов формирования наноструктурированных покрытий на основе углерода в едином технологическом цикле, характеризуются высокой степенью актуальности.

Нами разработана комплексная трехстадийная методика формирования наноструктурированных покрытий на основе углерода (рисунок 1).



- 1 – лазер;
- 2 – лазерный луч;
- 3 – поворотное зеркало;
- 4 – фокусирующая линза;
- 5 – подложка;
- 6 – держатель подложки;
- 7 – тигель; 8 – нагрев;
- 9 – лазерный эрозионный факел;
- 10 – кварцевый измеритель толщины

- 1 – вакуумная камера; 2 – импульсный источник углеродной плазмы; 3 – ионный источник типа «Радикал»; 4 – рабочий стол с подложками

Рисунок 1. – Схема формирования наноструктурированных покрытий на основе углерода: а – лазерное диспергированием смеси политетрафторэтилена

На первой стадии осуществляется лазерное диспергирование композиционной мишени, представляющей собой механическую смесь полимера и формиата свинца либо меди. Для диспергирования использовался лазер L-2137U+HG-5 с длиной волны 532 нм, длительностью импульса 6 нс и энергией в импульсе 450 мДж. В качестве полимерного прекурсора был использован политетрафторэтилен. Лазерное излучение вызывает деструкцию фторуглеродных связей, способствует появлению карбонизированных структур, а также инициирует частичное разложение формиатов по следующей схеме:



Вторая стадия представляет собой термообработку полученных слоев на воздухе при температуре 250 °С. Такая температура достаточна для дальнейшего разложения формиатов, но при этом недостаточна для начала плавления политетрафторэтилена.

Необходимо отметить, что термообработка позволяет в 2–5 раз (в зависимости от природы формиата) снизить шероховатость слоев, сформированных путем лазерного диспергирования композиционной на основе политетрафторэтилена и формиатов. Шероховатость слоев, содержащих формиат меди, выше, чем слоев, содержащих формиат свинца. В общем случае указанные слои обладают более развитой морфологией, чем слои, сформированные из политетрафторэтилена без формиата.

На третьей стадии осуществляется осаждение углеродных слоев из плазмы импульсного катодно-дугового разряда при частоте следования импульсов 3 Гц (при более высоких частотах следования возрастает тепловая нагрузка на подложку).

Согласно результатам атомно-силовой микроскопии, углеродные покрытия, сформированные на карбонизированных слоях, содержащих оксиды металлов, характеризуются более высокой степенью дисперсности и более развитой морфологией по сравнению с покрытиями без такого подслоя. Установлено, что с увеличением содержания формиатов в исходной мишени, шероховатость покрытий также увеличивается. По всей видимости, образующиеся при лазерном воздействии и термообработки оксиды металлов, являются центрами зародышеобразования и способствуют структурированию поверхности углеродных покрытий. Кроме того, известно, что металлы и наночастицы на основе оксидов металлов, благодаря своей высокой каталитической активности [4; 5], могут способствовать формированию углеродных наноструктур.

Таким образом, использование карбонизированных подслоев, содержащих оксиды металлов, является эффективным инструментом управления размерами и распределением углеродных наноструктур по толщине осаждаемых углеродных слоев. Такие покрытия могут быть перспективны для улучшения сорбционной активности поверхности, использоваться, например, в качестве активных элементов газовых сенсоров.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках НИР «Разработка основ комбинированной технологии формирования планарно-структурированных углеродных покрытий из импульсной катодной углеродной плазмы и продуктов лазерного диспергирования полимерных материалов», комплексное задание 1.12, ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Donnet, C. Tribology of Diamond-like Carbon Films: Fundamentals and Applications / C. Donnet, A. Erdemir. – Springer Science & Business Media, 2007. – 680 p.
2. Donnet, C. Recent progress on the tribology of doped diamond-like and carbon alloy coat-ings: a review / C. Donnet // Surface and Coatings Technology. – 1998. – Vol. 100–101. – P. 180–186.

3. Мищенко, С. В. Углеродные наноматериалы: производство, свойства, применение / С. В. Мищенко, А. Г. Ткачев. – М. : Машиностроение, 2008. – 320 с.

4. Колокольцев, С. Н. Углеродные материалы: свойства, технологии, применения / С. Н. Колокольцев. – Долгопрудный : Интеллект, 2012. – 296 с.

5. Витязь, П. А. Наноматериаловедение : учеб. пособие для студентов вузов / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис. – Минск : Высшая школа, 2015. – 511 с.

**А. С. РУДЕНКОВ**

УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ ИЗНОСОСТОЙКИХ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Углеродные покрытия благодаря высоким микротвердости и износостойкости, низкому коэффициенту трения и высокой химической инертности нашли применение в различных сферах производства, от производства биоимплантов до аэрокосмических технологий [1–5].

Однако углеродные покрытия обладают рядом недостатков, в первую очередь, низкой термостойкостью и высоким уровнем внутренних механических напряжений [1–4]. Известно, что термообработка покрытия свыше 350 °С вызывает существенное снижение содержания  $sp^3$ -гибридизированных атомов углерода и приводит к ухудшению микротвердости и износостойкости углеродных покрытий [2]. Введение неметаллических элементов (кислород, фтор, кремний) позволяет воздействовать на микротвердость, износостойкость и гидрофобные свойства покрытий [3]. Легирование кремнием, помимо вышеперечисленного, позволяет улучшить термостойкость, коррозионную стойкость и стабильность механических свойств углеродных покрытий [4]. Целью данной работы является сравнительный анализ механических свойств углеродных покрытий, легированных кремнием, в зависимости от методики их формирования, а также определение наиболее перспективных сфер их применения.

Разработано три экспериментальные методики, позволяющие формировать кремний-углеродные покрытия из плазмы импульсного катодно-дугового разряда и потоков ионов и атомов кремния.

В первой методике формирование легированных кремнием углеродных покрытий осуществляется путем электродугового испарения составного кремний-углеродного катода. Напряжение разряда – 350 В, частота следования импульсов 15 Гц, толщина покрытия прямопропорционально зависит от количества импульсов. Во второй методике осаждение кремний-углеродных покрытий осуществляется ионным распылением мишени на основе карбида кремния при следующих параметрах: ускоряющее напряжение 3800 В; ток на мишени – 140 мА; давление –  $7 \times 10^{-2}$  Па; рабочий газ – аргон. Третья методика является комбинированным вариантом двух

предыдущих и сочетает одновременное осаждение углеродных слоев с помощью импульсного катодно-дугового разряда (5000 импульсов; частота следования импульсов – 15 Гц, напряжение разряда 350 В) и генерацию ионизированных потоков кремния при помощи ионно-лучевого источника ускоряющее напряжение 3000 В; ток мишени – 100 мА; давление –  $5 \times 10^{-2}$  Па; рабочий газ – аргон).

Комбинированная методика является более предпочтительной поскольку концентрация кремния в покрытии может плавно варьироваться путем изменения мощности ионного источника при постоянной частоте следования импульсов генератора углеродной плазмы либо путем изменения частоты следования импульсов генератора углеродной плазмы при постоянной мощности ионного источника. В случае же распыления составного катода концентрация кремния в покрытии пропорционально количеству вставок, однако, ее значения характеризуются значительной дисперсией.

Химический состав и структура углеродных связей определялись методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Наибольшей концентрацией кремния (около 40 ат. %) характеризуются покрытия, сформированные путем ионно-лучевого распыления мишени на основе карбида кремния.

Для измерения микротвердости по Кнуппу в проведенных исследованиях применялся микротвердомер DM-8 (AFFRI, Италия), нагрузка на индентор 0,98 Н. Триботехнические испытания проводились по схеме «сфера-плоскость» (шарик радиусом 5 мм из закаленной стали ШХ15, покрытие наносили на кремниевую подложку). Нагрузка равнялась 0,98 Н, средняя скорость перемещения – 0,0087 м/с.

В общем случае легирование углеродных покрытий кремнием приводит к увеличению их микротвердости (таблица 1) за счет образования твердых фаз внедрения на основе карбида кремния.

Таблица 1. – Химический состав и механические свойства углеродных покрытий, легированных кремнием

Покрытие*	Концентрация Si, ат. %	Микротвердость $H_k$ , ГПа	Коэффициент трения	Коэффициент изнашивания контртела $j$ , $\times 10^{-17}$ м <sup>3</sup> /(Н·м)
Скди	–	9,2±0,11	0,2	17±4,9
Скди+Siкди	3,8	10,5±0,23	0,2	70±4,1
Сии+Siии	40,2	13,3±0,19	0,8	433±5,6
Скди+Siии	8,6	11,6±0,18	0,3	38±3,4

\* КДИ – испарение материала методом импульсного катодно-дугового источника, ИИ – ионно-лучевое испарение.

Наибольшей микротвердостью (13,3 ГПа), коэффициентом трения (0,8) и коэффициентом объемного изнашивания контртела характеризуются покрытия, сформированные ионно-лучевым испарением карбида кремния. что обусловлено более

высокой концентрацией кремния и его карбида. Наличие твердых фаз карбида кремния является причиной абразивного изнашивания контртела при взаимодействии с такими покрытиями. В связи с этим, кремний-углеродные покрытия, сформированные путем ионно-лучевого распыления карбида кремния, не рекомендуется использовать для модифицирования поверхности пар трения. Такие покрытия больше подходят для упрочнения поверхности металлообрабатывающего инструмента либо поверхности пресс-форм, например, узлов термопластавтоматов.

Для увеличения сроков эксплуатации узлов трения, из-за низкого значениям коэффициента трения (около 0,2) и коэффициента изнашивания контртела (до  $70 \times 10^{-17} \text{ м}^3/(\text{Н}\cdot\text{м})$ ), больше подходят кремний-углеродные покрытия, сформированные путем импульсного катодно-дугового распыления графитового катода с кремниевыми вставками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках НИР 3.1.02 «Разработка реакционных ионно-плазменных методов формирования и параметризация покрытий на основе силицированного углерода и карбидообразующих металлов с высокими механическими свойствами и повышенной термостойкостью», ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рогачев, А. В. Триботехнические свойства композиционных покрытий, осаждаемых вакуумно-плазменными методами / А. В. Рогачев // Трение и износ. – 2008. – Т. 29, № 3. – С. 285–592.

2. Khamnualthong, N. Thermal Stability Evaluation of Diamond-like Carbon for Magnetic Recording Head Application using Raman / N. Khamnualthong, K. Siangchaew, P. Limsuwan // Procedia Engineering. – 2012. – Vol. 32. – P. 888–894.

3. Mechanical properties and antibacterial activity of copper doped diamond-like carbon films / Y. H. Chan [et al.] // Surface and Coating Technology. – 2011. – Vol. 206. – P. 1037–1040.

4. Structural modifications and temperature stability of silicon incorporated diamond-like a-C:H films / S. S. Camargo [et al.] // Diamond and Related Materials. – 1998. – Vol. 7. – P. 1155–1162.

5. Руденков, А. С. Влияние концентрации металла на фазовый состав, структуру и свойства углерод-металлических покрытий / А. С. Руденков // Проблемы физики, математики и техники. – 2015. – № 3 (24). – С. 26–32.

**Е. А. РУЖИЦКАЯ**

УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

#### **ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»**

Учебная вычислительная практика предназначена для формирования прочных знаний и практических навыков в области алгоритмизации, совершенствование

навыков программирования на языке программирования Pascal, разработка приложения для работы с базами данных в среде Delphi.

Основными направлениями деятельности студентов во время прохождения вычислительной практики, обеспечивающими закрепление теоретических знаний, овладение практическими умениями и навыками, подготовку к самостоятельной профессиональной деятельности по специальности, являются:

- закрепление полученных знаний посредством выполнения специальных учебных заданий, участия в работе над общим коллективным проектом;
- формирование умений применения базовых научно-теоретических знаний для решения теоретических и практических задач;
- разработка алгоритмов решения для различных практических задач (вычисление значений функции, представленной разложением в ряд, вычисление определенных интегралов);
- формирование умения работать в команде;
- формирование навыков самостоятельной работы с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой;
- обучение самостоятельной работе.

Прохождение вычислительной практики студентами первого курса специальности 1–31 03 03-02 «Прикладная математика (научно-педагогическая деятельность)» предусмотрено в объеме 72 часов.

В первом семестре студенты совершенствуют навыки программирования на языке Pascal. Программа практики предусматривает выполнение следующих заданий:

- вычисление значений функции, представленной разложением в ряд;
- программирование задач целочисленной арифметики (рассматриваются алгоритмы поиска делителей числа, разложения числа на простые множители, поиск наибольшего общего делителя и наименьшего общего кратного, алгоритм Евклида, действия с многозначными числами);
- создание личной библиотеки программиста на основе модульной структуры программы;
- методы вычисления определенных интегралов (трапеций, прямоугольников);
- реализация методов сортировок (линейный выбор, линейный выбор с обменом, линейный выбор с подсчетом, парный обмен, стандартный обмен, метод просеивания, метод линейной вставки);
- работа с файлами;
- решение геометрических задач, вывод результатов с использованием графических возможностей языка.

Во втором семестре студенты разрабатывают визуальное приложение в среде Delphi для работы с базой данных. В приложении реализуется следующие возможности:

- создание таблиц базы данных;
- обработка данных таблиц (создание вычисляемых полей, поиск и фильтрация данных);
- формирование статических и динамических запросов;



- формирование отчетов;
- построение графиков функций с использованием компонента TDBChart.

По окончании вычислительной практики студенты защищают разработанный проект. По результатам защиты выставляется итоговая оценка по практике.

Вычислительная практика является неотъемлемой частью образовательного процесса и позволяет повысить его качество, сформировать навыки разработки проектов, научить студентов самостоятельно решать поставленные перед ними задачи и способствует формированию профессиональных умений и навыков будущих программистов.

**О. Ф. СМОЛЯКОВА**

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

### **ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

В центре внимания научного сообщества сегодня находится проблема цифровизации, которая является закономерным отражением тех глобальных процессов, которые наиболее выражены на современном этапе развития общества, производства, экономики. Актуальность цифровизации общества особенно остро проявилась в период пандемии COVID-19, когда был необходим переход на удаленную форму работы, обучения. На практике были продемонстрированы имеющиеся решения в области цифровой экономики, достижения технологий, современная модернизация систем и их цифровая трансформация.

В Беларуси значение внедрения и использования цифровых технологий зафиксировано на высшем государственном уровне. «Цифровая трансформация экономики является одним из ключевых приоритетов развития государства», – отмечал А. Г. Лукашенко (из СМИ).

В образовании на ближайшую перспективу «запланирована разработка единого информационно-образовательного ресурса (ЕИОР), обеспечивающего доступ к цифровому образовательному контенту для прохождения дистанционного обучения, а также разработка и ввод в эксплуатацию республиканской информационно-образовательной среды (РИОС). А в дальней перспективе – внедрение персонального цифрового профиля обучающегося, а также переход к использованию электронных документов об образовании и электронных сертификатов компетенций выпускников (из СМИ).

Под цифровизацией понимают внедрение цифровых технологий в разные сферы для выполнения различных задач и принятия решений без участия человека в целях повышения качества жизни и развития экономики. Цифровизация позволяет перевести информацию в более доступную цифровую среду и автоматизировать процессы ее анализа и выработки решения. Данные тезисы очень часто встречаются в публикациях и понимаются читателем однозначно в отличие от дефиниции

«цифровизация образования», определение которой вызывает бурное обсуждение. Некоторые рассматривают цифровизацию в образовании как переход на электронную систему обучения. Часто можно встретить использование терминов «цифровизация» и «информатизация» как синонимов.

Проведя терминологический анализ ряда публикаций и нормативных документов, Б. Е. Стариченко предлагает рассматривать цифровое образование как учебную и воспитательную деятельность, основанную на преимущественно цифровой форме представления информации учебного и управленческого характера, а также актуальных технологиях ее хранения и обработки, позволяющую существенно повысить качество образовательного процесса и управление им на всех уровнях [4].

Цифровизация образования позволяет повысить эффективность организации процессов управления, существенно расширить аудиторию обучающихся и количество реализуемых образовательных программ, обеспечить осуществление индивидуальных траекторий обучения и повысить конкурентоспособность университета, а также предоставляет дополнительные возможности по международной реализации сетевых программ [2].

Отмеченные в Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы важнейшие тенденции в области цифровой трансформации процессов в системе профессионального образования: использование дополненной, виртуальной и смешанной реальностей; применение цифровых пользовательских устройств на уроках; создание трансформируемого рабочего пространства; использование искусственного интеллекта; персонализация учебного процесса и его геймификация и др. – позволят значительно повысить качество подготовки специалистов, их мобильность и конкурентоспособность. В условиях быстрых темпов модернизации производства, дополненная, виртуальная и смешанная реальности позволяют в значительной степени интенсифицировать образовательный процесс, позволяя демонстрировать на занятиях новые технологии, материалы, оборудование, процессы переработки, ремонта и обслуживания и т. д., имитировать рабочие места.

Переход к цифровому образованию определяет новые требования к подготовке преподавателей, предполагает трансформацию их функций в зависимости от уровня взаимодействия в цифровом образовательном пространстве. Ученые отмечают усиление инженерной составляющей основных функции педагога, «в связи с увеличением объема проектной деятельности, необходимостью выполнять функции навигации в информационном пространстве, ростом форсайт-исследований, наконец, «наладки» образовательного пространства цифровой эпохи и управления им» [1, с. 135].

Тем не менее, ведущими функциями педагога в цифровом образовательном пространстве обозначены: проектирование форм, методов, приемов обучения, дидактических материалов, средств контроля и создание на этой основе локальной образовательной среды конкретного учебного курса; проектирование дидактических сценариев учебных занятий на основе оптимальной последовательности использования цифровых и нецифровых технологий; организация индивидуальной и групповой деятельности обучающихся в цифровой образовательной среде;

проектирование и организация ситуаций образовательно значимой коммуникации, в т. ч. сетевой; организация рефлексивных обсуждений лично значимого опыта; формирование и развитие критического мышления в процессе поиска и отбора информации в цифровой среде; управление учебной мотивацией обучающихся, в том числе, при работе с группой, с использованием инструментов фасилитации, а также в качестве носителя ролевых образов «успешного взрослого» и «успешного профессионала»; интеграция различных жизненных пространств цифрового поколения – виртуального и реального, сопровождение развития обучающегося в реальном социальном и профессиональном мире и др.[3].

Таким образом, основные дидактические функции преподавателя в цифровом образовательном процессе расширяются и дополняются новыми возможностями, что является важным фактором развития системы образования в соответствии с требованиями современного общества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андрюхина, Л. М. Цифровизация профессионального образования: перспективы и незримые барьеры / Л. М. Андрюхина [и др.] // Образование и наука. – 2020. – № 3. – С. 116–147.
2. Богущ, А. В. Цифровизация образования: проблемы, вызовы и перспективы / А. В. Богущ, Е. Н. Шнейдеров // Адукацыя і выхаванне. – 2021. – № 1. – С. 14–21.
3. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения / В. И. Блинов [и др.]. – М. : Издательство «Перо», 2019. – 72 с.
4. Стариченко, Б. Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания / Б. Е. Стариченко // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 3. – С. 49–58.

**Л. С. ТУРИЩЕВ**

УО ПГУ (г. Новополоцк, Беларусь)

#### **О СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ УСПЕШНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ В СЕМЕСТРЕ**

Переход к рынку труда специалистов предъявляет жесткие требования к качеству подготовки и конкурентоспособности выпускников вузов. Это требует организации такой системы контроля успешности обучения, которая побуждала бы студента к систематическому, самостоятельному овладению знаниями, умениями, навыками и приобретению компетенций, связанными с получаемой им специальностью. В качестве такой системы в Полоцком государственном университете при изучении студентами строительной механики используется рейтинговая система контроля [1].

Суть рейтинговой системы контроля успешности при изучении студентами строительной механики в семестре заключается в том, что их учебная деятельность

по всем ее видам и на всех ее этапах оценивается в баллах. По определенным правилам баллы объединяются в интегральный показатель – рейтинг студента по дисциплине. Такая система позволяет:

- осуществлять сопоставимую дифференцированную оценку знаний, умений и навыков студентов по всем видам и формам обучения на каждом его этапе;
- объединять результаты контроля процесса обучения на отдельных этапах в интегральные показатели успешности обучения в целом и по отдельным ее составляющим;
- ранжировать студентов по интегральным показателям успешности обучения в учебной группе;
- переводить интегральные показатели успешности изучения учебной дисциплины в официальную систему оценок.

Изучение студентами строительной механики оценивается параметром успешности  $K$  [2], который может изменяться в интервале

$$0 \leq K \leq 1.$$

Изучение строительной механики в семестре считается успешным, если указанный параметр, согласно учебной программе, удовлетворяет условиям

$$0.6 \leq K \leq 1.$$

Для количественной оценки в баллах успешности изучения студентом строительной механики введен масштабный коэффициент  $M = 1000$ . Он устанавливает верхнюю оценку успешности изучения дисциплины в семестре

$$B_{\max} = 1000.$$

Контроль успешности изучения студентом строительной механики в семестре, согласно учебной программе дисциплины, включает в себя следующие составляющие, каждая из которых оценивается определенным количеством баллов:

- посещение лекций и активность участия в них;
- тестирование модулей лекционного курса;
- посещение практических занятий и активность участия в них;
- контрольные работы по темам практических занятий;
- выполнение и защита расчетно-проектировочных работ.

Количество баллов, оценивающих успешность каждой составляющей изучения студентом строительной механики в семестре, определяется по формуле

$$B_i = \sum_j \mu_j B_{\max},$$

где  $\mu_j$  – весовые коэффициенты составляющих успешности изучаемой дисциплины.

Весовые коэффициенты устанавливаются кафедрой и удовлетворяют соотношению

$$\sum_j \mu_j = 1.$$

Для учета результатов контроля успешности изучения строительной механики и определения для каждого студента текущего семестрового рейтинга в режиме on-line используется электронный журнал успешности, в котором отражаются в баллах оценки успешности составляющих семестрового рейтинга:

- результаты выполнения и защиты расчетно-проектировочных работ;
- результаты тестирования модулей лекционного курса;
- результаты выполнения контрольных работ по темам практических занятий;
- участие в лекционных и практических занятиях;
- бонусы за проявленную активность на лекционных и практических занятиях;
- штрафные баллы за несвоевременное выполнение расчетно-проектировочных работ и пассивность на лекционных и практических занятиях.

Такой журнал создается для каждой учебной группы в электронных таблицах Excel и состоит из рабочих листов, отражающих оценки успешности каждой составляющей семестрового рейтинга, и итогового листа, отражающего текущие семестровые рейтинг и оценку каждого студента. Ячейки итогового листа связаны с соответствующими ячейками рабочих листов внутренними относительными ссылками. Поэтому каждое обновление информации на рабочих листах сразу изменяет соответствующие результаты на итоговом листе журнала.

Для иллюстрации электронного журнала на рисунке 1 приведен скриншот части итогового листа.

№/№	ФИО студента	Семестровая оценка	Семестровый рейтинг	Коэффициент корреляции	Составляющие семестрового рейтинга					
					РПР	СТ	КР	Пос.зан.	Бонусы	Шт.баллы
1	Баранок А.Ю.	7	808	1,0	340	164	139	100	65	0
2	Беседин П.А.	6	604	1,0	315	163	102	50	0	-25
3	Борейшо Р.В.	6	703	1,0	370	65	143	100	25	0
4	Борунов Д.С.	5	557	1,0	325	0	99	-25	25	0
5	Василенко А.С.	8	926	1,0	390	203	183	100	50	0
6	Галко А.С.	6	719	1,0	335	175	134	100	0	-25
7	Гамелько А.А.	8	859	1,0	390	179	190	100	0	0
8	Гирин А.В.	6	711	1,0	290	169	177	100	0	-25
9	Голуб Д.О.	4	508	1,0	370	94	120	-50	0	-25
10	Грекова И.В.	6	666	1,0	370	100	96	100	0	0
11	Демидова И.О.	7	771	1,0	330	176	164	100	0	0
12	Дубовко А.В.	6	749	1,0	370	169	135	100	0	-25

Рисунок 1. – Скриншот части итогового листа

А на рисунке 2 скриншот части рабочего листа, отражающего успешность выполнения и защиты расчетно-проектировочных работ.

№/№	ФИО студента	Общий балл	Число вып. РПР	РПР №1					Коэф.кор.	сум.балл
				1 этап	2 этап	3 этап	4 этап	5 этап		
1	Баранок А.Ю.	850	2	100	250	250	100	150	1,0	850
2	Беседин П.А.	787	2	100	250	125	100	150	1,0	725
3	Борейшо Р.В.	925	2	100	250	250	100	300	1,0	1000
4	Борунов Д.С.	812	2	100	125	150	100	300	1,0	775
5	Василенко А.С.	975	2	100	250	250	50	300	1,0	950
6	Галко А.С.	837	2	100	250	125	50	300	1,0	825
7	Гамелько А.А.	975	2	100	250	250	100	300	1,0	1000
8	Гирин А.В.	725	2	100	150	250	50	150	1,0	700
9	Голуб Д.О.	925	2	100	250	250	100	300	1,0	1000
10	Грекова И.В.	925	2	100	250	250	100	300	1,0	1000
11	Демидова И.О.	825	2	100	250	250	100	100	1,0	800
12	Дубовко А.В.	925	2	100	250	250	100	300	1,0	1000

Рисунок 2. – Скриншот части рабочего листа

Описанная система контроля успешности изучения дисциплины в семестре способствует установлению заинтересованных отношений между преподавателем

и студентами. Она активно влияет на суть процесса обучения, повышает его интенсивность, обеспечивает тесную взаимосвязь с конечными целями обучения в вузе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Турищев, Л. С. Рейтинговая система контроля успешности обучения студентов специальности / Л. С. Турищев // Вестник ПГУ. Сер. Е, Педагогические науки. – 2014. – № 15. – С. 11–18.

2. Беспалько, В. П. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов / В. П. Беспалько, Ю. Г. Татур. – М. : Высшая школа, 1989. – 143 с.

**Е. А. ШУТОВА, В. П. ДУБОДЕЛ, А. О. ЛАПАТИН**  
УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

### **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Создание полимерных композитов на основе отходов термопластичных полимеров – одно из перспективных направлений в области композиционного материаловедения. Важнейшей задачей при применении вторичных полимеров для получения технически ценных изделий (канализационные люки и колодцы, дождеприемники и др.) является подбор дисперсных наполнителей, влияющих на совместимость в композиционном материале полимерных компонентов, стабильность его структуры и технологических свойств [1].

В результате исследования влияния рецептурно-технологических параметров переработки полимер-минерального композита на его механические свойства прослеживается определенная зависимость этих параметров от размерности применяемого наполнителя, представленная на рисунке 1.

Таким образом, в результате проведенной работы установлены оптимальные параметры фракционного состава наполнителей для получения полимер-минерального композита с улучшенными прочностными характеристиками. Установлено, что при использовании в полимер-минеральных композитах наполнителей дисперсностью 125 мкм показатели модуля упругости и разрушающего напряжения достигают максимальных значений. При наполнении композита наполнителями с размером частиц в интервале 315–800 мкм происходит существенное (на 20–30 %) снижение этих показателей. Установлено, что значительный вклад в получение полимер-минеральных композитов с повышенными механическими характеристиками вносит природа дисперсных наполнителей, а из исследуемых наполнителей наилучшие прочностные характеристики достигаются для композиций с формовочным песком. Результаты исследования доказывают целесообразность введения в полимер-минеральные композиты технологических добавок с целью модифицирования дисперсных

наполнителей, что позволит управлять механическими свойствами полимер-минеральных композитов и повышать их прочностные свойства и долговечность.

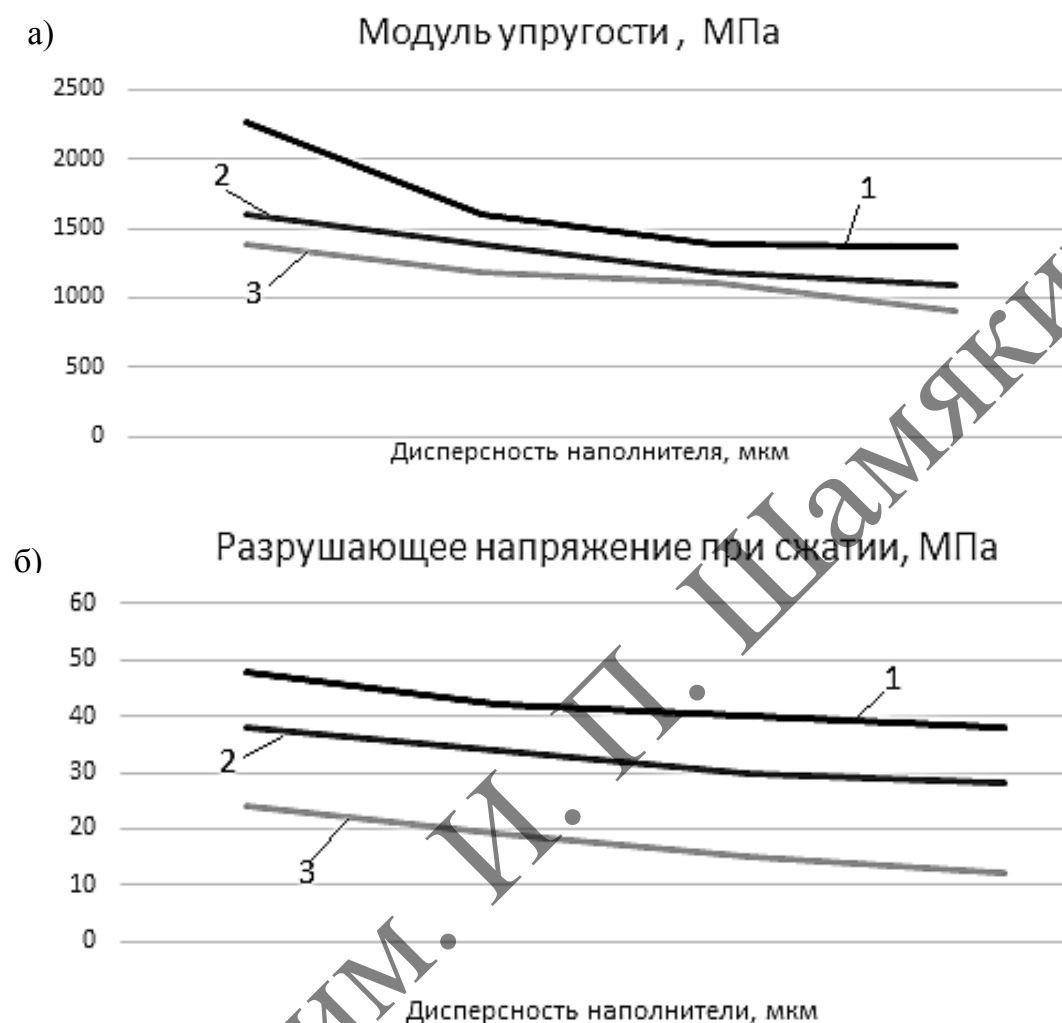


Рисунок 1. – Зависимость прочностных свойств полимер-минеральных композитов от дисперсности минерального наполнителя (а) модуля упругости, (б) разрушающего напряжения при сжатии: 1 – 70 мас. % формовочный песок+30 мас. % ПП; 2 – 70 мас. % дефекат+30 мас. % ПП; 3 – 70 мас. % строительный песок+30 мас. % ПП

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование физико-механических и технологических характеристик композиционных материалов на основе смесей вторичных термопластов / А. А. Тимофеенко [и др.] // Известия Национальной академии наук Беларуси. Сер. физико-технических наук. – 2020. – Т. 65, № 2 – С. 162–169.

**С. Н. ЩУР**

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

## **ДИСЦИПЛИНА И ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТЬ КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ**

Модернизация педагогического образования является объективным процессом, обусловленным качественными изменениями в социально-экономической сфере. Направление развития педагогического образования на современном этапе модернизации ориентировано на разработку образовательных программ с учётом достижений современной науки и отечественной образовательной практики, в том числе и на усиление воспитательной части образовательных программ, обеспечивающей формирование духовных и нравственных сторон личности педагогического работника, культуры педагогического и психологического мышления; культурное насыщение образовательного пространства, учитывающее уважительное отношение к истории и национальной культуре.

Важным условием при организации и учебного, и воспитательного процессов в вузах, на наш взгляд, является дисциплина, а при формировании личности педагогического работника – дисциплинированность, а впоследствии и самодисциплинированность наряду с другими профессиональными компетенциями [1], влияющими на подготовку квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности. Результат такого компетентного образовательного подхода рассматривается не как сумма знаний, а как способность и готовность будущего специалиста успешно, эффективно действовать в различных педагогических ситуациях.

Как отмечал представитель философского направления прагматизм Джон Дьюи (XX в.), «дисциплина есть необходимое условие успешности действий человека, продуктивности его общения с другими людьми». «Дисциплина, – подчёркивал Д. Дьюи, – означает власть над своими возможностями, управление имеющимися ресурсами для осуществления предпринятой деятельности» [2, с. 124]. Подобный подход более чем приемлем к подготовке в вузе будущих педагогов, где образовательное учреждение, формируя образовательную среду подготовки выпускника, выполняет социально-педагогически значимую функцию воспитания.

Дисциплина студентов при организации учебного процесса – это высокий деловой настрой при выполнении учебных заданий преподавателя. Подлинная дисциплина студентов характеризуется их хорошим эмоциональным настроем, внутренней сосредоточенностью, но не скованностью. Это порядок, но не ради самого порядка, а ради создания условий для плодотворного учебного труда. То есть дисциплина – это не послушание, а трудоспособность, сосредоточение на работе.

Можно выделить некоторые методические приёмы предотвращения дисциплинарных проблем при организации учебной деятельности:



– Занятость каждого студента делом. При организации лекции, а особенно семинарских, практических занятий преподавателю необходимо «владеть ситуацией» на занятии – значит вовлечь как можно больше студентов в работу и избегать концентрации внимания только на нескольких студентах. В процессе занятия преподаватель распределяет свое внимание так, чтобы быть в курсе всего, что происходит в аудитории, уметь сосредотачиваться, наблюдать за успехами каждого студента. Необходимо предотвращать переход микроконфликтов в серьезные конфликты.

– Контроль темпа занятия. Преподаватель, организуя учебную деятельность, создаёт такие условия и темп преподавания материала, чтобы студенты не просто смотрели на преподавателя и слушали его, а были деятельными по отношению к изучаемому материалу, к выполнению предлагаемой профессиональной деятельности.

– Установка необходимых правил и процедур. При организации занятия преподаватель должен понимать, что студенты в ситуации неопределенности теряются и пытаются избавиться от чувства неадекватности ситуации, начинают самоутверждаться, что интерпретируется как нарушение дисциплины. С целью поддержания дисциплины преподаватель должен проявлять определенную требовательность, сочетающуюся с уважением к личности каждого студента. Создание и закрепление педагогом правил и норм позволит студентам помнить, что от них ожидают, без лишних указаний со стороны преподавателя. Необходимо добиваться, чтобы коллектив группы был нетерпим к нарушениям дисциплины, поскольку дисциплина на уроке – это основа для устойчивого внимания.

– Мотивирование учебы и организация группы. Преподаватель стимулирует любознательность, заинтересованность предметом, создавая позитивное отношение к учению, повышая самоуважение студентов в их познавательной деятельности, учить студентов сотрудничать, опираясь на сильные стороны каждого, поддерживать учебную дисциплину. Необходимо акцентировать внимание на поступках и поведении, а не на личности студента.

– Создание условий для повышения качества знаний. Преподавателю требуется подбирать комплекс методов обучения, при которых студент мог достичь успеха, создать возможность повторного изучения материала, чтобы студент мог бы видеть перспективу, фиксировать свой постепенный рост и продвижение от одного этапа к другому, что создаёт чувство удовлетворенности, развивает самоуважение и ощущение собственной компетентности.

Как видим из выше указанного, умение предотвратить негативное поведение – один из важнейших организационных навыков педагога. Ключом к минимизации дисциплинарных проблем является именно умение преподавателя управлять учебной группой с учётом индивидуальных личностных особенностей и потребностей каждого студента.

Дисциплинирование студентов при организации воспитательной работы в вузе – это направленная деятельность педагогов и обучающихся для реализации целей образования в условиях педагогического прогресса и управление разнообразными видами деятельности студентов с целью решения задач гармоничного развития

личности, регламентированные правилами поведения обучающихся высшего учебного заведения.

Дисциплинированный человек направляет свои основные нравственные и волевые усилия на достижение успехов в учёбе, развитие способностей и задатков, личностный рост, которые без сознательной дисциплины, а впоследствии и самодисциплины попросту невозможны.

По мнению В. П. Старжинского, "дисциплинированный человек испытывает внутреннюю потребность следовать принятым нормам поведения и в случае их несоблюдения испытывает муки совести и чувство вины" [3, с. 317].

Для создания условий для активной жизнедеятельности студентов в вузе, для их гражданского самоопределения и самореализации, для максимального удовлетворения их потребностей в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии, на наш взгляд, необходимо решения следующих задач:

- формирование мировоззрения и системы базовых ценностей личности студента;

- приобщение студенчества к общечеловеческим нормам морали, национальным устоям и академическим традициям, воспитание студентов и в духе университетского корпоративизма и солидарности, профессиональной чести и научной этики;

- формирование личностных качеств, необходимых для эффективной профессиональной деятельности;

- воспитание внутренней потребности личности в здоровом образе жизни, ответственного отношения к природной и социокультурной среде обитания.

Успешное решение поставленных задач создаст условия для становления и самореализации студента, будущего специалиста, обладающего мировоззренческим потенциалом, высокой культурой и гражданской ответственностью, владеющего способностями к профессиональному, интеллектуальному и социальному творчеству, владеющего умениями самоконтроля и самодисциплины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании [Электронный ресурс] : 13 янв. 2011 г., № 243-З: принят Палатой представителей 2 дек. 2010 г.: одобр. Советом Респ. 22 дек. 2010 г. : с изм. и доп. от 18 июля 2016 г., № 2/2402 // ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2018.

2. Дьюи, Д. Демократия и образование : пер. с англ. / Дьюи, Д. – М. : Педагогика-пресс, 2000. – 382, [1] с.

3. Старжинский, В. П. Дисциплина / В. П. Старжинский // Белорусская педагогическая энциклопедия : в 2 т. – Минск, 2015. – Т. 1: А-М. – 735 с.

## Секция 4

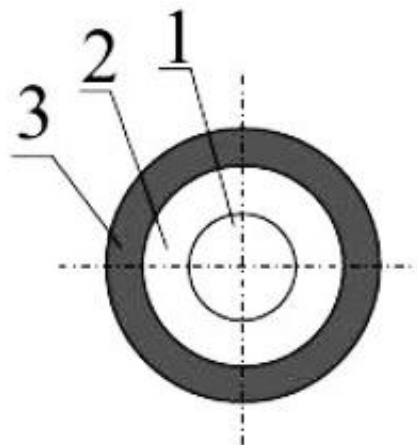


### Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики

**М. А. АМАНОВА, С. А. БАЙРАМОВ, С. ТИЛЕВОВ**  
ИТ и ИТ (г. Ашхабад, Туркменистан)

#### ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ОПТОВОЛОКНА

Оптическое волокно есть цилиндрический волновод. Волокно состоит из сердцевины, оболочки с различными показателями преломления и наружной защитной оболочки. На рисунке 1 показана структура оптического волокна [1].



**Рисунок 1. – Поперечное сечение оптического волокна:  
1 – сердцевина, 2 – оболочка, 3 – защитная оболочка**

Важным параметром, характеризующим волокно, является показатель преломления сердцевины и оболочки оптического волокна.

Показатель преломления сердцевины можно найти по формуле Селмейера, которая описывает спектральную зависимость показателя преломления от длины волны:

$$n_1(\lambda) = \sqrt{1 + \lambda^2 \cdot \sum_{i=0}^2 \frac{A_i}{\lambda^2 - \mu_i^2}}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны;  $A_i, \mu_i$  – значения коэффициентов Селмейера [2].

Показатель преломления оболочки волокна может быть вычислена по формуле (2):

$$n_2 = n_1 \sqrt{1 - 2\Delta} \cong n_1(1 - \Delta), \quad (2)$$

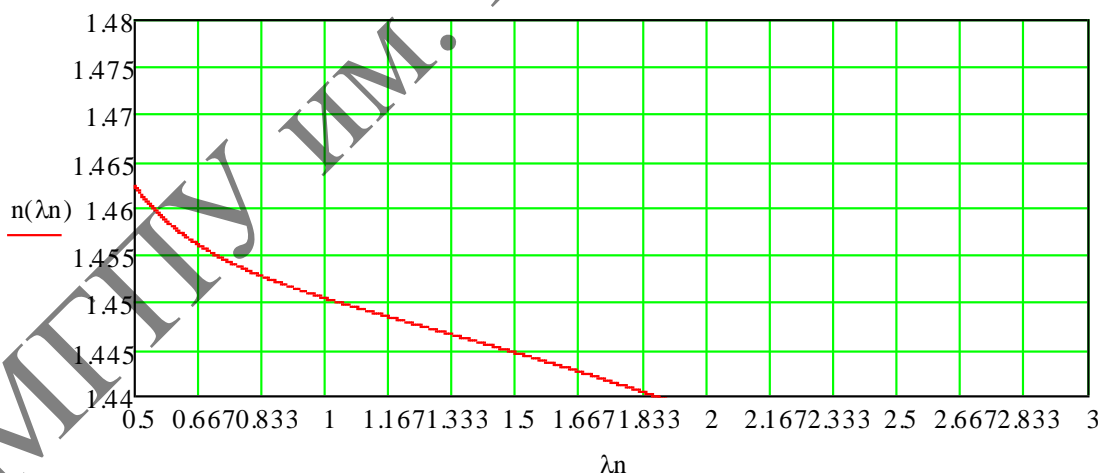
где  $\Delta$  – относительная разность показателей преломления сердцевины и оболочки.

Целью настоящей работы является разработка программы для расчета параметров оптического волокна.

Произведем расчет показателя преломления сердцевины и оболочки в разработанной программе на языке Mathcad. Построим зависимость показателя преломления сердцевины от длины волны света.

При теоретических расчетах использованы следующие параметры волокна:  $\lambda=1455$  нм,  $\Delta=0,0075$ ,  $A_1=0,6961633$ ,  $A_2=0,4079426$ ,  $A_3=0,8974794$ ,  $\mu_1=0,0684043$ ,  $\mu_2=0,01162414$ ,  $\mu_3=9,896161$ .

На рисунке 2 представлена зависимость показателя преломления сердцевины от длины волны света.



**Рисунок 2. – Зависимость показателя преломления сердцевины от длины волны света**

Разработана компьютерная программа в среде Mathcad для расчета параметров оптического волокна. Произведен расчет показателя преломления сердцевины и оболочки. Построена зависимость показателя преломления сердцевины от длины волны света.

Данная работа выдвигается на соискание премии «TÜRKMENIŇ ALTYN ASYRY».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, В. М. Интерференция и дифракция для информационной фотоники : монография / В. М. Петров, А. В. Шамрай. – СПб. : Издательство «Лань», 2019. – 460 с.
2. Ефанов, В. И. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи / В. И. Ефанов. – Томск : ТУСУР, 2012. – 50 с.

**Н. А. АХРАМЕНКО, А. П. ПАВЛЕНКО, Е. И. ДОЦЕНКО**  
УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОЛЕЦ ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Получение однородного магнитного поля в некотором объеме является задачей, встречающейся при постановке физического эксперимента и обеспечении работы многих электронных устройств.

Часто для генерации однородного магнитного поля используют кольца Гельмгольца [1, § 10, пример 10.3], которые состоят из двух соосных витков одного радиуса (рисунок 1). При токах одной величины и одного направления в витках в центральной области системы (в окрестности т.  $O_1$ ) возникает магнитное поле, параллельное оси. Установлено, что лучшая однородность магнитного поля достигается, когда расстояние между кольцами равно радиусу кольца. Если вместо колец взять катушки, то получатся катушки Гельмгольца. Это система из двух соосных круговых обмоток с некоторым количеством витков, позволяющая при меньших токах получать большие поля. Внутри соленоида также генерируется достаточно однородное магнитное поле, однако использование катушек Гельмгольца позволяет получить больший допуск к центральной, рабочей, области практически со всех сторон. Так как в кольцах протекают токи, то определим силу их взаимодействия.

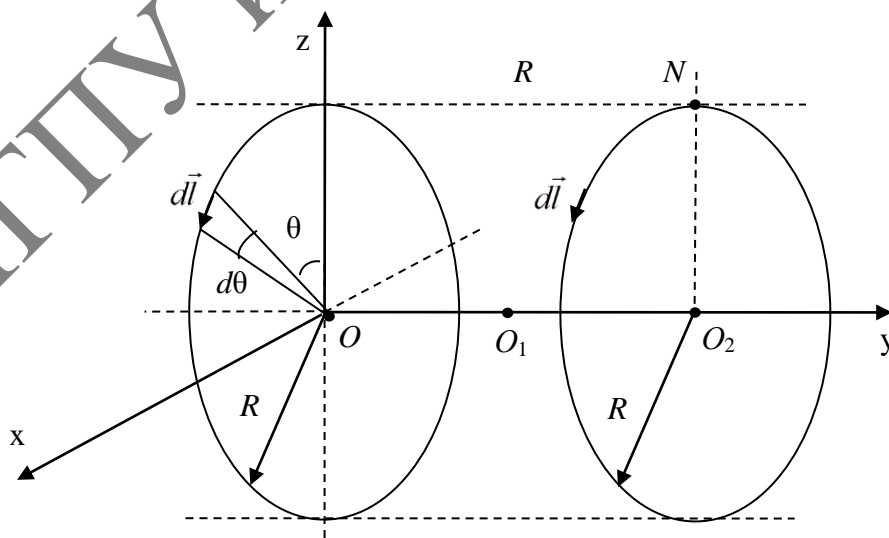


Рисунок 1

Рассмотрим круговой ток радиуса  $R$  и элемент тока  $I d\vec{l}$  (рисунки 1 и 2). Элемент тока  $I d\vec{l}$  создает в точке  $N$  (рисунок 2) индукцию магнитного поля  $d\vec{B}$ . Вектор  $d\vec{B}$  можно представить через компоненты вдоль осей координат  $Ox, Oy, Oz$  –  $d\vec{B}_x, d\vec{B}_y, d\vec{B}_z$  соответственно.

Если токи в обоих кольцах одного направления, то кольца притягиваются. На силу, притягивающую второе кольцо к первому, будет влиять только компонента вектора  $d\vec{B}_z$ .

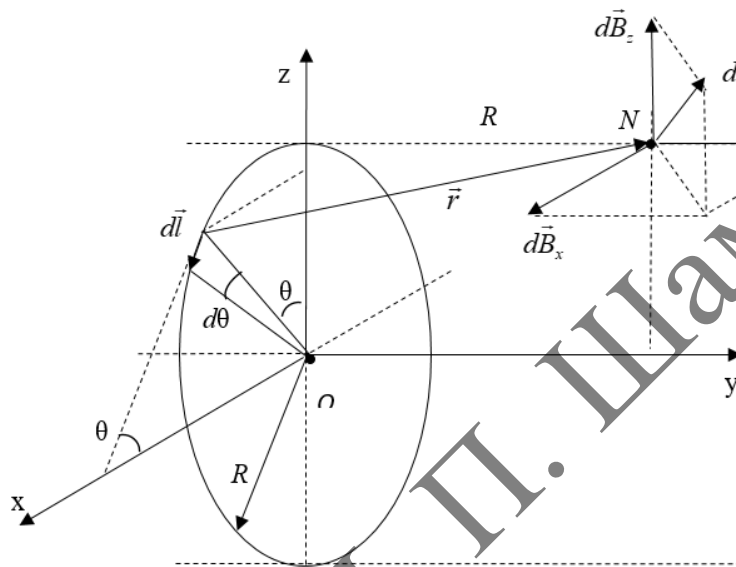


Рисунок 2

Для определения компоненты  $d\vec{B}_z$  вектора  $d\vec{B}$  индукции магнитного поля кругового тока в точке  $N$  (рисунок 2) воспользуемся законом Био-Савара-Лапласа и принципом суперпозиции магнитных полей [2–3]. Магнитная индукция, создаваемая элементом тока

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I [d\vec{l} \times \vec{r}]}{4\pi r^3},$$

где  $\mu_0$  – магнитная постоянная,  $I$  – величина силы тока, вектор  $\vec{r}$  направлен от элемента тока к точке  $N$ .

Для того чтобы записать вектор  $d\vec{B}_z$ , надо в векторном произведении  $[d\vec{l} \times \vec{r}]$  выделить составляющую вдоль оси  $OZ$ . Эта составляющая с учетом свойств векторного произведения равна  $(dl_x r_y - dl_y r_x) \vec{k}$ , где  $dl_x, r_x, dl_y$  и  $r_y$  проекции векторов  $d\vec{l}$  и  $\vec{r}$  на оси  $Ox, Oy, \vec{k}$  – единичный вектор вдоль оси  $OZ$ .

Тогда компонента вектора  $d\vec{B}$  вдоль оси  $OZ$

$$d\vec{B}_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} (dl_x r_y - dl_y r_x) \vec{k}.$$

Проекции вектора  $d\vec{l}$  на оси координат  $OX$ ,  $OY$  записываются в виде:  $dl_x = dl \cos\theta$  и  $dl_y = 0$ . Проекции вектора  $\vec{r}$  на оси координат  $OX$ ,  $OY$  представляются в виде:  $r_x = -R \sin\theta$  и  $r_y = y = R$ .

Тогда для  $dB_z$  получим

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} R dl \cos\theta.$$

Учитывая, что  $r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_z^2} = R\sqrt{3 - 2\cos\theta}$  и  $dl = R d\theta$ , получим

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi R(3 - 2\cos\theta)^{3/2}} \cos\theta d\theta.$$

Проинтегрировав по всей длине витка, получим

$$B_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_0^{2\pi} \frac{\cos\theta d\theta}{(3 - 2\cos\theta)^{3/2}}.$$

Зная индукцию магнитного поля левого витка в точке  $N$ , можно определить силу, действующую на правый виток. С учетом закона Ампера

$$F = \frac{\mu_0 I^2}{2} \int_0^{2\pi} \frac{\cos\theta d\theta}{(3 - 2\cos\theta)^{3/2}}.$$

Таким образом, получено, что сила взаимодействия колец пропорциональна только квадрату силы тока, поскольку радиус кольца и расстояние между кольцами в данном случае сократились. После вычислений можно записать

$$F = 0,571657 \mu_0 I^2.$$

Представленная задача о силовом взаимодействии колец Гельмгольца вместе с задачей об определении неоднородности магнитного поля внутри витка с током [4] могут дополнить спектр заданий, связанных с рассмотрением магнитного поля кругового тока в общем курсе физики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. шк., 1983. – 463 с.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики: в 3 т. / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1988. – Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 480 с.

3. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М. : Высш. шк., 1990. – 478 с.

4. Ахраменко, Н. А. Оценка неоднородности магнитного поля внутри витка с током / Н. А. Ахраменко, А. П. Павленко, Е. И. Доценко, // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XIII международной науч.-практич. интернет-конф., Мозырь, 25–26 марта 2021 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина. – Мозырь, 2021. – С. 193–195.

**С. Р. БОНДАРЬ<sup>1</sup>, Д. А. АСТАПЕНКО<sup>1</sup>, Г. Г. АСТАПЕНКО<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

<sup>2</sup>УО «Зимовицкий детский сад – базовая школа Мозырского района»

(д. М. Зимовищи, Мозырский район, Беларусь)

## **ПОРТФОЛИО УЧИТЕЛЯ КАК ИНСТРУМЕНТ СИСТЕМАТИЗАЦИИ**

ь

В изменяющемся образовательном пространстве возникает необходимость в исчерпывающей информации о деятельности учителя и учащихся. Наличие базы данных позволит решать многочисленные информационные проблемы. Систематизация базы данных может быть представлена в виде портфолио учителя как личная папка, в которой отражены его профессиональные достижения, его вклад в развитие системы образования.

Портфель учителя – это пакет разработок и достижений, заранее выполненных учителем, позволяющий решать задачи своей профессиональной деятельности и разработанный с целью определения уровня его профессиональной подготовленности, наглядного отображения его учебной, творческой, социальной деятельности. В процессе накопления портфеля учитель имеет возможность показать себя как личность, способную овладеть знаниями, умениями и находить творческое решение, может анализировать проделанную работу и ставить для себя определенные цели.

Цель портфолио – анализ и систематизация профессиональных результатов работы учителя. Для учителя портфолио позволяет представить результаты своего труда, увидеть свои резервы.

Ценность портфолио в том, что с его помощью может быть выстроен учебный процесс, который позволяет развивать и формировать компетентности.

Таким образом, портфолио не переворачивает систему образования революционно, а является одним из направлений его модернизации при условии обеспечении его теоретико-методологическим анализом и сопровождающими его дидактико-методическими материалами.



Во время прохождения преддипломной практики в ГУО «Средняя школа № 15 города Мозыря имени генерала Е. С. Бородунова» на платформе языка программирования HTML было создано портфолио учителя математики.

Использование этой инновационной технологии в учебном процессе позволило систематизировать все достижения учителя, методические наработки, поместив всю эту информацию в отдельные папки. Прелесть инновации заключается в том, что и учащийся, и учитель работают в удобном и привычном формате.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новик, И. А. Практикум по методике обучения математике : учеб. пособие / И. А. Новик, Н. В. Бровка. – Москва : Дрофа, 2008. – 230 с.

**М. В. БУЙ, Н. А. АХРАМЕНКО**

УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

#### **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИИ СВЕТОВОГО ЛУЧА В НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ**

Геометрическая оптика позволяет во многих случаях достаточно хорошо рассчитать оптическую систему. Но в ряде случаев реальный расчет оптических систем требует учета волновой природы света, расчет в рамках геометрической оптики дает приближенный результат, иногда неверный даже на качественном уровне. Такие случаи нередко встречаются в задачах, предлагаемых на испытаниях в ведущих ВУЗах, а также на заключительных этапах олимпиад по физике. К сожалению, базовое школьное образование не дает достаточного объема знаний в рамках волновой оптики.

В связи с этим возникает вопрос, можно ли на базе только школьных знаний по геометрической оптике адекватно рассчитать подобные системы. Предлагаемая работа и посвящена реализации такой возможности на примере явления, рассматриваемого, например, в задачниках Московского физико-технического института, Новосибирского государственного университета и т. п.

Речь идет о распространении луча света через вещество с изменяющимся показателем преломления (далее  $n$ ). Если луч входит в вещество перпендикулярно направлению, в котором изменяется значение  $n$ , то дальнейшее отклонение луча (искривление) не может быть объяснено в рамках геометрической оптики. Механизм этого явления определяется тем, что не существует лучей нулевой толщины, для любого реального луча границы (края) идут в средах с разными значениями  $n$ .

Здесь мы не будем вдаваться в дальнейшие детали механизма явления, что потребует привлечения положений волновой оптики. Заметим только, что в упомянутых источниках для расчета соответствующих параметров используется принцип таухронности (или принцип Ферма) [1, § 3.3], не входящий в базовые школьные знания. Вместо этого сосредоточимся на методе расчета параметров соответствующего отклонения.

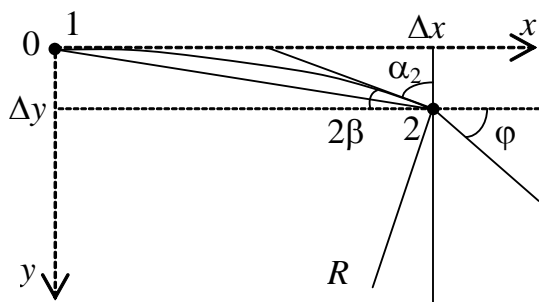


Рисунок 1

Используем принцип обратимости геометрических лучей, рассмотрим луч, идущий под малым углом  $2\beta$  к горизонтали (точка 2 на рисунке 1) и становящийся горизонтальным при попадании в область с другим значением  $n$  (точка 1 на рисунке 1), а также применим для него закон преломления в виде

$$n_1 = n_2 \sin(\alpha_2), \quad (1)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  – показатели преломления соответственно в точках 1 и 2;  $\alpha_2$  – угол падения на "воображаемую границу раздела сред" ( $\alpha_2 = 90^\circ - 2\beta$ ).

Будем считать изменение показателя преломления малым в пределах области распространения светового луча, поэтому приближенно рассмотрим его траекторию как часть окружности радиуса  $R$  (центр окружности находится вне поля на рисунке 1). Из геометрических соображений следует, что

$$\Delta y \approx \Delta x \beta, \quad \frac{\Delta x}{2} \approx R\beta \Rightarrow \Delta y \approx 2R\beta^2, \quad (2)$$

где  $\Delta y$  и  $\Delta x$  – смещения между точками 1 и 2 соответственно по вертикали и по горизонтали.

Преобразуем соотношение (1), введя изменение показателя преломления ( $\Delta n = n_2 - n_1$ ) и перейдя к углу  $2\beta$ , учтя его малость

$$n_1 = (n_1 + \Delta n) \cos(2\beta) \Rightarrow n_1(1 - \cos(2\beta)) = \Delta n \cos(2\beta). \quad (3)$$

Так как  $2\beta \ll 1$ , то  $1 - \cos(2\beta) \approx 2\beta^2$ ,  $\cos(2\beta) \approx 1$ . Поэтому из (3) с учетом (2) следует

$$R = n \frac{\Delta y}{\Delta n}. \quad (4)$$

Здесь опущен индекс  $y$  показателя преломления (в силу малости его изменения).

Аналогично, исключая угол  $\beta$  из формул (2) с учетом полученного соотношения для радиуса кривизны траектории (4), можно получить уравнение траектории для произвольных координат  $x$  и  $y$  (в рамках используемых допущений):

$$y = \frac{1}{2n} \frac{\Delta n}{\Delta y} x^2. \quad (5)$$

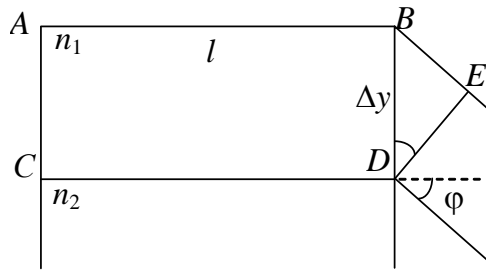


Рисунок 2

Формула (5) соответствует уравнению параболы, что позволяет первоначально рассматривать траекторию луча сразу как часть соответствующей кривой, а не как часть окружности. В этом можно убедиться, проведя соответствующие преобразования.

В заключение определим угол отклонения луча, прошедшего в сосуде с веществом путь  $\Delta x = l$  и вышедшего затем в воздух. Так как угол падения луча на правую (вертикальную) границу с воздухом равен  $2\beta$ , то по закону преломления с учетом соотношений (2) и (4) получим

$$\sin(\varphi) = n_2 \sin(2\beta) \approx n_2 2\beta = n \frac{l}{R} = \frac{\Delta n}{\Delta y} l. \quad (6)$$

Такой же результат следует из применения к распространению двух лучей, отстоящих друг от друга на расстоянии  $\Delta y$ , принципа таутохронности. Для этого приближенно рассмотрим, что в веществе оба луча прямые (т. е. будем пренебрегать искривлением луча внутри сосуда с веществом, считая, что оно мало, как мал и угол отклонения), где их пути  $AB = CD = l$  (рисунок 2).

Оптические длины путей верхнего и нижнего лучей

$$L_1 = n_1 l + \Delta y \sin(\varphi); \quad L_2 = n_2 l.$$

По принципу таутохронизма  $L_1 = L_2$ .

Отсюда получаем

$$n_1 l + \Delta y \sin(\varphi) = n_2 l \Rightarrow (n_2 - n_1) l = \Delta y \sin(\varphi).$$

В итоге отсюда приходим к соотношению (6).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иродов, Д. Е. Волновые процессы : учеб. пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений / И. Е. Иродов. – 7-е изд. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. – 263 с.

**М. В. БУЙ, И. О. ДЕЛИКАТНАЯ, А. П. ПАВЛЕНКО**  
 УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

## РАСЧЕТ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ГРАНИЦЕ ПРОВОДНИК – ВАКУУМ

При расчете электростатических полей вблизи резких границ (например, проводник – вакуум) часто приходится рассматривать разрывные решения. Это обстоятельство вызывает чувство математической неудовлетворенности, т. к. по принципу суперпозиции расчет напряженности поля сводится к сложению большого количества малых слагаемых (т. е. интегрированию), а процедура интегрирования, как правило, приводит к более гладкому поведению функций. В работе [1] мы уже говорили о том, что для расчета потенциала гравитационного поля сферической оболочки, обобщив его для вычисления напряженности электростатического поля, можно показать прямым интегрированием, что эта величина представляется суммой двух равных по величине слагаемых. Причем при переходе от точки снаружи оболочки к точке внутри нее второе из них меняет знак, тем самым обеспечивая равенство нулю напряженности поля. Для наглядной иллюстрации этого проведем прямое вычисление напряженности электростатического поля, создаваемого равномерно заряженной по поверхности сферой во всех точках пространства. Это будет сделано с помощью обобщения метода, примененного в [2, § 55] для расчета потенциала гравитационного поля сферической оболочки.

Площадь сферической поверхности радиуса  $R$ :  $S = 4\pi R^2$  (см. рисунок 1). Площадь тонкого слоя с углом  $\alpha$  и шириной, видимой под углом  $d\alpha$ :  $dS = 2\pi R^2 \sin(\alpha) d\alpha$ .

Заряд, располагающийся на тонком слое  $dq = \frac{dS}{S} q = \frac{q}{2} \sin(\alpha) d\alpha$ .

Для треугольника  $OBA$  по теореме косинусов  $l^2 = R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\alpha)$ . После взятия дифференциала от обеих сторон

получим  $\sin(\alpha) d\alpha = \frac{l dl}{Rr}$ . Отсюда следует, что  $dq = \frac{ql}{2Rr} dl$ .

Для бесконечно малого участка тонкого слоя (который можно рассматривать как точечный заряд  $d'q$ ) проекция напряженности электростатического поля в точке  $A$  равна. Очевидно, что соответствующая проекция для поля, создаваемого всем тонким слоем  $dE_x = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 l^2} \cos(\beta)$ . В силу симметрии здесь и в последующих формулах напряженность поля направлена по нормали к поверхности. Поэтому проекция

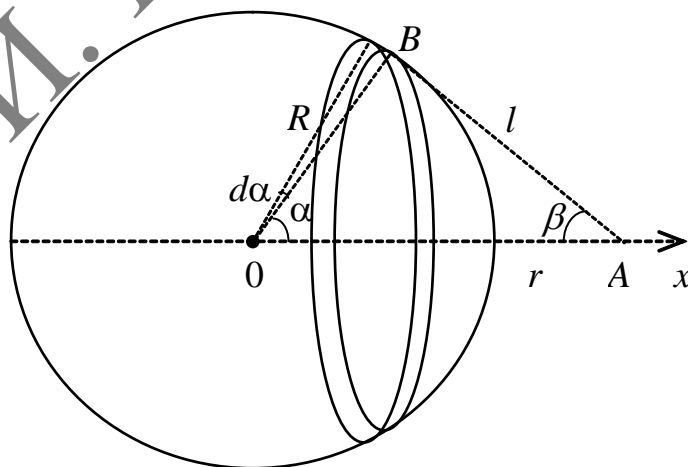


Рисунок 1

совпадает по величине с модулем вектора (для положительного заряда). Обозначения проекций оставлены для того, чтобы формулы верно описывали случаи любых знаков заряда.

Для треугольника  $OBA$  по теореме косинусов  $R^2 = r^2 + l^2 - 2rl \cos(\beta)$ . Отсюда следует, что  $\cos(\beta) = \frac{r^2 - R^2 + l^2}{2rl}$ . После подстановки этой формулы и выражения для заряда  $dq$  в предыдущее соотношение получим:

$$dE_x = \frac{qdl}{4\pi\epsilon_0 2Rr l^2} \frac{r^2 - R^2 + l^2}{2rl} = \frac{q}{16\pi\epsilon_0 Rr^2} \left(1 + \frac{r^2 - R^2}{l^2}\right) dl.$$

После интегрирования по всей поверхности сферы (расстояние от точки  $A$  до сферы изменяется от  $l_1$  до  $l_2$ ) для напряженности поля, создаваемого всеми зарядами сферы, получим

$$E_x = \int dE_x = \frac{q}{16\pi\epsilon_0 Rr^2} \left[ \int_{l_1}^{l_2} dl + (r^2 - R^2) \int_{l_1}^{l_2} \frac{dl}{l^2} \right] \text{ или } E_x = \frac{q}{16\pi\epsilon_0 Rr^2} \left(1 + \frac{r^2 - R^2}{l_1 l_2}\right) (l_2 - l_1).$$

Рассмотрим два случая.

$$1) r > R \quad l_1 = r - R \quad l_2 = r + R \quad \frac{r^2 - R^2}{l_1 l_2} = 1 \quad l_2 - l_1 = 2R.$$

Подстановка в итоговую формулу дает выражение, совпадающее с формулой для поля точечного заряда  $E_x = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ .

$$2) r < R \quad l_1 = R - r \quad l_2 = R + r \quad \frac{r^2 - R^2}{l_1 l_2} = -1 \quad l_2 - l_1 = 2r.$$

Здесь результатом является нулевое значение для напряженности поля  $E_x = 0$ .

Таким образом, величина напряженности представляется суммой двух равных по величине слагаемых. Причем при переходе от точки снаружи оболочки к точке внутри нее второе из них меняет знак, тем самым обеспечивая равенство нулю напряженности поля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буй, М. В. Особенности расчета свойств электростатических полей при решении задач / М. В. Буй, И. О. Деликатная // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 25–26 марта 2021 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2021. – С. 9–11.

2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – 6-е изд., стер. – М. : Физматлит, 2014. – Т. 1 : Механика. – 560 с.

**М. В. ГАСАНОВ, В. Н. ОРЛОВ**

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (г. Москва, Россия)

**ТОЧНЫЕ КРИТЕРИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОДВИЖНОЙ ОСОБОЙ ТОЧКИ  
В КОМПЛЕКСНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА**

**Аннотация.** Авторами были получены необходимые и достаточные условия существования подвижных особых точек. Результаты данных исследований являются основой алгоритма получения подвижных особых точек нелинейных дифференциальных уравнений в комплексной области.

**Введение.** Нелинейные дифференциальные уравнения имеют много приложений, к примеру, при исследовании строительных конструкций [1], когда наличие подвижных особых точек связывается с фактом разрушения конструкции, при исследовании волновых процессов в балках [2; 3]. Сложностью рассматриваемых уравнений является наличие подвижных особых точек, которые не позволяют воспользоваться классической теорией, как в случае с линейными дифференциальными уравнениями. В работах [4–7] проводится развитие теории и исследование некоторых классов нелинейных дифференциальных уравнений с подвижными особенностями как в вещественной, так и в комплексной областях. Данная теория является основой для составления математических программ по расчетам нелинейных дифференциальных уравнений. Отметим реализацию этой идеи для трех классов этой категории уравнений в вещественной области [8]. В настоящей работе представлены точные критерии существования подвижной особой точки рассматриваемого класса нелинейных дифференциальных уравнений в комплексной области.

**Результаты исследования.**

Для одного класса нелинейных дифференциальных уравнений вида:

$$y'''(z) = \sum_{n=0}^7 a_n(z) y^n(z), \quad (1)$$

которое с помощью замены, рассматриваемой в работе [6], приводится к нормальной форме:

$$y'''(z) = y^7(z) + r(z), \quad (2)$$

рассматривается задача Коши с начальными условиями:

$$\begin{cases} y(z_0) = y_0, \\ y'(z_0) = y_1, \\ y''(z_0) = y_2. \end{cases} \quad (3)$$

Применяя регуляризацию особой точки с помощью замены функции  $y^2(z) = \frac{1}{w(z)}$ , имеем задачу Коши для функции  $w(z)$ :

$$4w'''w^2 = 18ww'w'' + 15w'^3 - 8w^{7/2}r(z) - 8 \quad (4)$$

$$\begin{cases} w(z_0) = w_0, \\ w'(z_0) = w_1, \\ w''(z_0) = w_2. \end{cases} \quad (5)$$

Воспользуемся следующей терминологией правильных и неправильных линий [7] для формулировки теорем.

**Теорема 1 (случай для правильной линии).**  $z^*$  – подвижная особая точка решения  $y(z)$  задачи Коши (2) – (3) тогда и только тогда, когда мнимая и действительная части функции  $w(z)$  в некоторой окрестности области  $G$  фазовых пространств  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  удовлетворяют следующим условиям:

- 1) являются непрерывными функциями относительно своих аргументов;
- 2) меняют знаки при переходе через точку  $z^*(x^*, y^*)$ , двигаясь последовательно вдоль правильной линии  $l$  в направлении осей  $Ox$  и  $Oy$ , соответственно  $l: \{z^* \in l \subset G, l \in (\Phi_1 \cup \Phi_2)\}$ .

**Теорема 2 (случай неправильной линии).**  $z^*$  – подвижная особая точка решения  $y(z)$  задачи Коши (2) – (3) тогда и только тогда, когда мнимая и действительная части функции  $w(z)$  в некоторой достаточной окрестности области  $G$  фазовых пространств  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  удовлетворяют следующим условиям:

- 1) являются непрерывными функциями относительно своих аргументов;
- 2) меняют знаки при переходе через точку  $z^*(x^*, y^*)$ , двигаясь последовательно вдоль неправильной линии  $l_1, l_2$  в неправильном направлении осей  $Ox$  и  $Oy$ , соответственно  $l_1, l_2: \{z^* \in l_1 \subset G, z^* \in l_2 \subset G, l_1 \in \Phi_1, l_2 \in \Phi_2\}$ .

**Теорема 3.** (точечный критерий существования подвижных особых точек). Чтобы  $z^*$  являлась подвижной, особой точкой функции  $y(z)$ , решение задачи Коши (2) – (3), необходимо и достаточно, чтобы функция  $z(w)$ , являющаяся обратной функцией решения инверсной задачи Коши (4) – (5), удовлетворяла следующим условиям:

$$z(0) = z^*, z'(0) = z''(0) = z'''(0) = 0.$$

#### Вывод.

Авторами была рассмотрена одна из шести задач исследования нелинейных дифференциальных уравнений, нахождение точных критериев существования подвижной особой точки в комплексной области. Сформулированы и доказаны

необходимые и достаточные условия существования подвижных особых точек на комплексной области. Представленный материал является теоретической основой для разработки программного продукта по расчету нелинейных дифференциальных уравнений с подвижными особыми точками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Orlov, V. N., Kovalchuk, O. A. // An analytical solution with a given accuracy for a nonlinear mathematical model of a console-type construction (Scopus) // 18 Modelling and Methods of Structural Analysis IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1425 (2020) 012127 IOP Publishing.
2. Чугайнова, А. П. Нестационарные решения обобщенного уравнения Кортевега–де Фриза–Бюргерса / А. П. Чугайнова // Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics. – 2013, 281, 204–212 DOI: <https://doi.org/10.1134/S0371968513020179>
3. Feng Yuqiang // Existence and uniqueness results for a third-order implicit differential equation, Computers and Mathematics with Applications 56 (2008) 2507–2514
4. A Chichurin and G Filipuk // The properties of certain linear and nonlinear differential equations of the fourth order arising in beam models // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1425 (2020) 012107 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1425/1/012107
5. Orlov, V. N., Gasanov, M. V. // Study of wave processes in elastic beams and nonlinear differential equations with moving singular points // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020, doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012081
6. Orlov, V. N., Gasanov, M. V. // Research of a third-order nonlinear differential equation in the vicinity of a moving singular point for a complex plane // E3S Web of Conferences: Modelling and Mechanics of Building Structure 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202126303019 //
7. Леонтьева, Т. Ю. Точные критерии существования подвижных особых точек решения одного класса нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка / Т. Ю. Леонтьева // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. Сер. Механика предельного состояния. – 2017. – № 1 (31). – С. 68–77.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016617252, «ONDEL 1.4,2.4,2.5–SF» / С. А. Иванов, В. Н. Орлов, М. П. Гузь, Т. Ю. Леонтьева; правообладатели: С. А. Иванов, В. Н. Орлов, М. П. Гузь, Т. Ю. Леонтьева – заявка № 2016612550, поступл. 23.03.2016, зарег. 29.06.2016.

**Н. В. ГУЦКО**

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

#### **СТРОЕНИЕ КОНЕЧНЫХ ГРУПП ПРИ УСЛОВИИ С-КВАЗИНОРМАЛЬНОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ПОДГРУПП СИЛОВСКИХ ПОДГРУПП**

Строение конечной группы тесно связано с условиями, налагаемыми на максимальные подгруппы силовских подгрупп самой группы или силовских подгрупп некоторых выделенных подгрупп этой группы. Впервые это было замечено в работе



Хупперта [1], где, в частности, было доказано, что разрешимая группа  $G$  является сверхразрешимой, если все максимальные подгруппы всех силовских подгрупп из  $G$  перестановочны со всеми членами некоторой силовской системы группы  $G$ . Несколько позднее Сринивазан доказал [2], что группа  $G$  является сверхразрешимой при условии, что в  $G$  имеется такая нормальная подгруппа  $N$  со сверхразрешимой факторгруппой  $G/N$ , что все максимальные подгруппы всех силовских подгрупп из  $N$  нормальны в  $G$ . Эти два результата получили развитие в исследованиях многих авторов [см., в частности, 3–7].

Напомним, что подгруппа  $A$  группы  $G$  перестановочна с подгруппой  $B$ , если  $AB = BA$ . Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется перестановочной [8] или квазинормальной [9] в  $G$ , если она перестановочна со всеми подгруппами из  $G$ .

Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется  $s$ -нормальной в  $G$ , если существует нормальная подгруппа  $T$  из  $G$  такая, что  $G = HT$  и  $T \cap H$  – нормальная подгруппа в  $G$ . Понятие  $s$ -нормальности было введено в работе [3], где была построена содержательная теория  $s$ -нормальных подгрупп и даны некоторые ее приложения в вопросах классификации непростых подгрупп.

Следующее понятие одновременно обобщает как условие квазинормальности, так и условие  $s$ -нормальности для подгрупп.

**Определение.** Пусть  $H$  – подгруппа группы  $G$ . Тогда будем говорить, что  $H$   $s$ -квазинормальна в  $G$ , если в  $G$  имеется такая квазинормальная подгруппа  $T$ , что  $G = HT$  и  $T \cap H$  квазинормальна в  $G$ .

Многими авторами изучалось строение групп, у которых максимальные подгруппы силовских подгрупп некоторых подгрупп основной группы  $s$ -квазинормальны. Нами было изучено строение группы при условии, что некоторые максимальные или минимальные подгруппы силовских подгрупп этой группы  $s$ -квазинормальны. Были получены следующие результаты.

**Теорема 1.** Пусть  $p$  – простое число,  $G$  –  $p$ -разрешимая группа и  $H$  – нормальная подгруппа группы  $G$  такая, что  $G/H \in \mathbf{A}_p$ . Если каждая максимальная подгруппа силовской подгруппы из  $H$   $s$ -квазинормальна в  $G$ , то  $G \in \mathbf{A}_p$ .

**Теорема 2.** Пусть  $\mathfrak{F}$  – насыщенная формация, содержащая  $\mathbf{A}$  класс всех сверхразрешимых групп, и  $G$  – группа. Тогда следующие утверждения эквивалентны:

(a)  $G \in \mathfrak{F}$ .

(b) существует максимальная подгруппа  $H$  в  $G$  такая, что  $G/H \in \mathfrak{F}$  и максимальные подгруппы силовских подгрупп из  $H$   $s$ -квазинормальны в  $G$ .

**Следствие 3.** Пусть  $H$  – нормальная подгруппа группы  $G$  такая, что  $G/H$  сверхразрешима. Если максимальные подгруппы силовских подгрупп из  $H$   $s$ -квазинормальны в  $G$ , то  $G$  – сверхразрешимая группа.

**Следствие 4 (Wang).** Если максимальные подгруппы силовских подгрупп из  $G$   $s$ -нормальны в  $G$ , то  $G$  – сверхразрешимая группа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Huppert, B. Zur Sylowstruktur auflösbarer Gruppen / B. Huppert // Arch. Math. – 1961. – XII. – P. 161–169.
2. Srinivasan, S. Two sufficient conditions for supersolubility of finite groups / S. Srinivasan // Israel J. Math. – 1980. – Vol. 35, № 3. – P. 210–214.

3. Wang, Y. C-normality of groups and its properties / Y. Wang // J. Algebra. – 1996. – Vol. 180. – P. 954–965.
4. Wei, H. On c-normal maximal and minimal subgroups of Sylow subgroups of finite groups / H. Wei // Comm. Algebra. – 2001. – Vol. 29, № 5. – P. 2193–2200.
5. Wei, H. On c-Normal Maximal and Minimal Subgroups of Sylow subgroups of finite groups / H. Wei, W. Yanming, Li. Yangming // Comm. Algebra. – 2003. – Vol. 31, № 10. – P. 4807–4816.
6. Asaad, M. On permutable subgroups of finite groups / M. Asaad, A. A. Heliel // Arch. Math. – 2002. – Vol. 80. – P. 113–118.
7. Ballester-Bolinches, A. On complemented subgroups of finite groups / A. Ballester-Bolinches, X. Guo // Arch. Math. – 1999. – № 72. – P. 161–166.
8. Doerk, K. Finite Soluble Groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin-New York : Walter de Gruyter, 1992. – 889 p.
9. Ore, O. Contributions in the theory of groups of finite order / O. Ore // Duke Math. J. – 1939. – Vol. 5. – P. 431–460.

**В. В. ДАВЫДОВСКАЯ, А. А. БУШКО, В. А. ВЕЛИЧКО, В. В. КЛИМЕНОК**  
УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

### **МНОГОСОЛИТОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛАХ КАК МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ КВАЗИСОЛИТОННОГО РЕЖИМА**

Исследования распространения и взаимодействия упорядоченных систем солитонов в фоторефрактивных кристаллах представляют значительный интерес, так как они являются перспективными для применения в системах оптической передачи данных, а также обработки информации с использованием каждого светового пучка в качестве отдельного информационного канала. К настоящему времени уже существует достаточно большое количество работ, содержащих экспериментальное исследование массивов световых пучков [напр. 1–2].

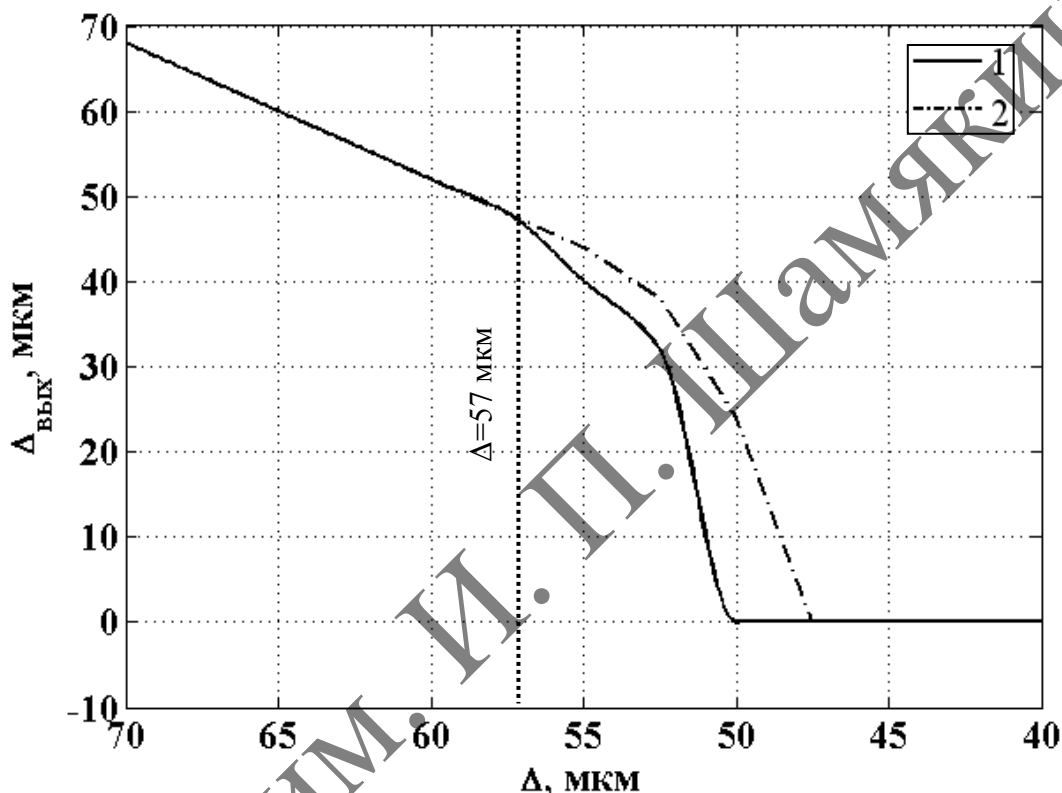
В работе показано, что при исследовании распространения через фоторефрактивный кристалл массива из четырех световых пучков показано, что при симметричном расположении пучков на входе увеличивается стабильность условий достижения квазисолитонного режима их распространения в фоторефрактивном кристалле по сравнению с распространением двух пучков.

Рассмотрим явление стабилизации квазисолитонного режима более подробно. При моделировании будем использовать следующие значения параметров: длина кристалла 16 мм, размер поперечного сечения пучков  $25 \times 25$  мкм<sup>2</sup>, напряжённость внешнего электрического поля  $E_0 = 3$  кВ/см; расстояние  $\Delta$  между центрами сечений пучков на входе в кристалл будем постепенно уменьшать от 70 мкм до 40 мкм.

Проведем сравнение результатов взаимодействия двух и четырех супергауссовых световых пучков квадратного сечения.

На рисунке 1 хорошо видно, что, начиная с входного расстояния между осями пучков  $\Delta = 57$  мкм, на выходе из кристалла расстояние между двумя взаимодействующими пучками  $\Delta_{\text{вых}}$  становится (кривая 1) меньше расстояния между двумя верхними пучками, соответствующего взаимодействию четырех пучков (кривая 2).

Сравним результаты взаимодействия двух и четырех супергауссовых световых пучков квадратного сечения, для которых на входе в кристалл расстояние между центрами их сечений  $\Delta = 50$  мкм (рисунок 2, а, б).



1 – взаимодействие двух пучков; 2 – взаимодействие четырёх пучков

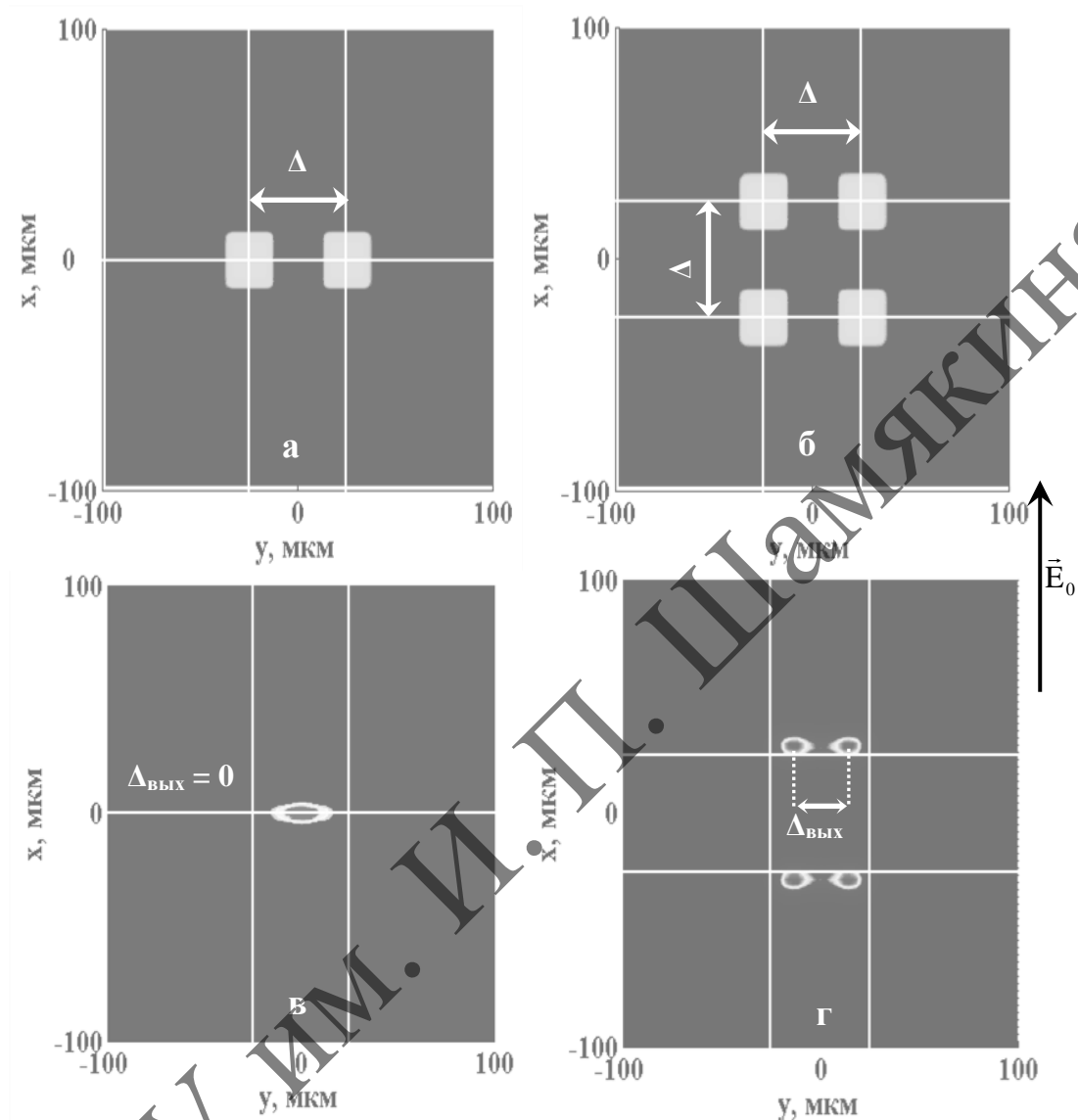
**Рисунок 1.** – Зависимость расстояния между центрами сечений световых пучков на выходе из кристалла толщиной 16 мм от расстояния между центрами сечений гауссовых пучков на входе в кристалл

На выходе из кристалла расстояние между центрами сечений, соответствующее взаимодействию двух пучков,  $\Delta_{\text{вых}} = 0$ , то есть происходит полное их объединение в один пучок (рисунок 2, в).

При взаимодействии четырех пучков полного объединения не наблюдается и каждый пучок фокусируется отдельно. Расстояние между центрами поперечных сечений пучков «верхней пары» при выходе из кристалла  $\Delta_{\text{вых}} = 25$  мкм, а полное объединение этих двух пучков происходит при  $\Delta = 47$  мкм.

Таким образом, проанализировано взаимодействие двух прямоугольных пучков, поперечные сечения которых имеют размеры  $25 \times 25$  и  $25 \times 50$  мкм<sup>2</sup>, в фоторефрактивном

кристалле SBN толщиной 2 см в дрейфовом режиме, который реализован для них при напряжённости внешнего электрического поля  $E_0 = 3 \text{ кВ/см}$ .



Напряжённость внешнего электрического поля направлена вдоль вертикальной оси  $ox$  и имеет модуль  $E_0 = 3,5 \text{ кВ/см}$ ;  
 а, в – взаимодействие двух пучков; б, г – взаимодействие четырёх пучков  
 Рисунок 2. – Сравнение результатов взаимодействия двумерных световых пучков квадратного сечения размером  $25 \times 25 \text{ мкм}^2$

В результате теоретического расчёта, в котором варьировалось число взаимодействующих пучков, их интенсивность, взаимное расположение пучков, напряжённость внешнего электрического поля, приложенного к кристаллу вдоль его оптической оси, выявлена и подтверждена возможность стабилизации квазисолитонного распространения пучков путем увеличения количества световых пучков, входящих в симметричный массив.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Interaction of counterpropagating discrete solitons in a nonlinear one-dimensional waveguide array / E. Smirnov [et al.] // Opt. Lett. – 2007. – Vol. 32, № 5. – P. 512–514.

2. Zeng, L. Preventing critical collapse of higher-order solitons by tailoring unconventional optical diffraction and nonlinearities / L. Zeng, J. Zeng, / Commun. Phys. – 2020. – Vol. 3. – P. 20–29.

**Б. Р. ДЖУМАЕВ**

ТГАСИ (г. Ашхабад, Туркменистан)

## ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ДИФРАКЦИИ СВЕТА

В работе исследована дифракция света на различных препятствиях.

Световой пучок гелий-неонового лазера (He-Ne) с длиной волны 632,8 нм и диаметром пучка 4 мм проходил установленные на его пути препятствия: узкую параллельную щель, тонкую прямую проволоку и большую (по отношению к поперечному сечению лазерного луча) пластину. Препятствия были расположены перпендикулярно лазерному лучу и параллельно экрану (рисунок 1). Выявлены новые закономерности дифракции, предложено альтернативное объяснение дифракционных экстремумов и предложен механизм дифракции света.

Дифракция на большом препятствии. Только при соприкосновении лазерного луча с препятствием свет отклоняется в две противоположные стороны, в сторону препятствия и от него (рисунок 1). При этом отклоненные (дифрагированные) лучи симметричны относительно лазерного пятна, лежат в плоскости падающего луча и их интенсивность монотонно убывает при отдалении от лазерного пятна.

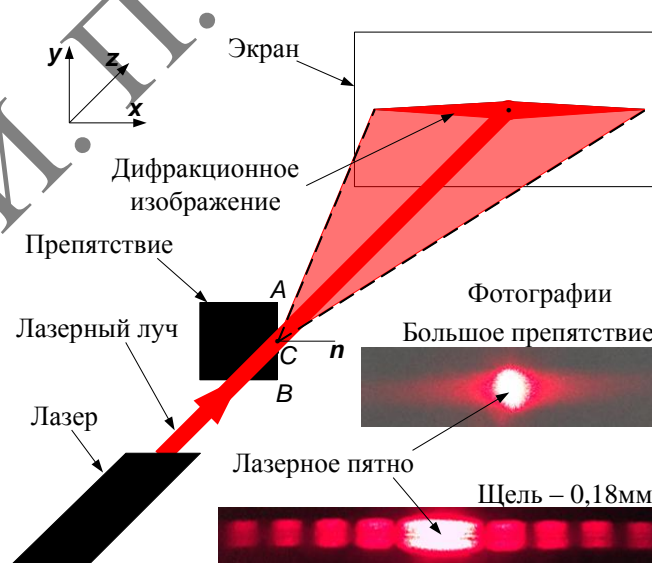


Рис.1

Дифракция на параллельной щели. В отличие от дифракции на большом препятствии, при дифракции на узкой параллельной щели на экране наблюдаются дифракционные экстремумы (рисунок 1). Они симметричны относительно лазерного пятна и лежат в плоскости падающего луча. Расстояние между экстремумами зависит от ширины щели, с уменьшением последней расстояние увеличивается и экстремумы проявляются отчетливо. При этом, как и в литературах, дифракционные максимумы возникают при нечетных и минимумы при четных числах полуволн, уложившихся в оптическую разность хода волн распространяющихся от ребер щели.

Дифракция на прямой проволоке. Тонкой прямой проволоке так же, как в случае с параллельной щелью, на экране наблюдаются дифракционные экстремумы. Экстремумы симметричны относительно лазерного пятна и лежат в одной плоскости с падающим лучом. С уменьшением диаметра проволоки расстояние между экстремумами увеличивается. Следует отметить, что при одних и тех же размерах ширины щели и диаметра проволоки расстояние соответствующих дифракционных экстремумов одинаково.

Прямолинейное распространение света при отсутствии касания его с препятствием, отклонение в определенной плоскости при соприкосновении, отсутствие дифракционных экстремумов на большом препятствии и наблюдение аналогичных интерференционных экстремумов на щели и проволоке невозможно объяснить принципом Гюйгенса-Френеля.

Выводы, сделанные на основании экспериментальных данных. Установлено, что вторичным источником света является точка соприкосновения луча с препятствием. Свет от вторичного источника распространяется в определённой плоскости падающего луча, т. е. дифрагированный луч лежит в одной плоскости с падающим (касающимся) лучом и перпендикуляром, проведенным к поверхности препятствия в точке падения (касания) луча. Доказано, что дифракционные экстремумы наблюдаются только тогда, когда падающий луч соприкасается с препятствием как минимум в двух точках. Предложен механизм отклонения волн от препятствия, вследствие дифракции в плоскости падающего луча, связанный с преломлением в препятствии и отражением от него света. Из-за потери полуволн отраженного света от оптически более плотной среды (препятствия), преломленные и отраженные волны распространяются в противоположных фазах (рисунок 2а). Поэтому возникновение дифракционного максимума при нечетных и минимума при четных числах полуволн, уложившихся в оптическую разность хода волн, распространяющихся от ребер щели (края проволоки) связаны противоположностью их фаз (рисунки 2б и 2с).

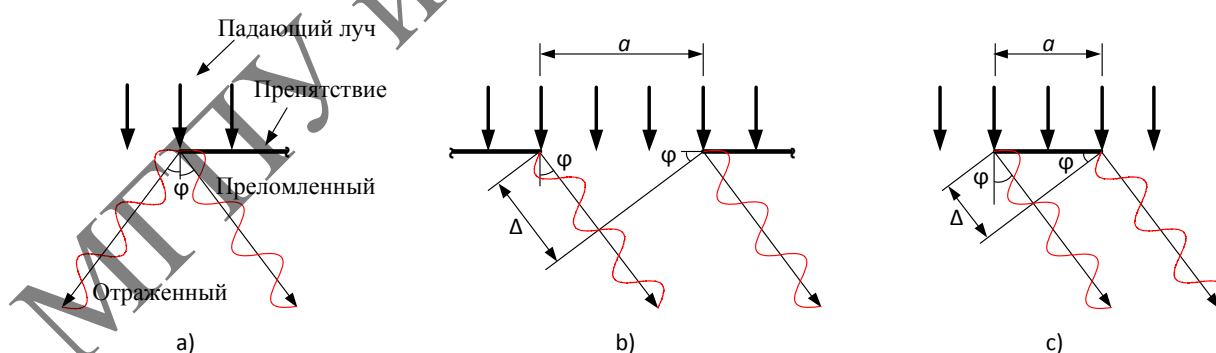


Рис. 2

Экстремумы на дифракционной решетке полностью согласуются с предложенным механизмом преломления и отражения при соприкосновении света краями щелей. Зависимость угла дифракции от длины волны падающего света можно объяснить с инертностью волн. Чем больше инертность, тем меньше отклонение и смещение спектрального максимума пропорционально длине волны света.

А. К. ЕСМАН, Г. Л. ЗЫКОВ, В. А. ПОТАЧИЦ, В. К. КУЛЕШОВ  
БНТУ (г. Минск, Беларусь)

## ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНО- И МНОГОПЕРЕХОДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Постоянный процесс инноваций электрификации необратимо ведет к повсеместному повышению расхода энергии. Существенный вклад в удовлетворение мирового спроса на электроэнергию придется на альтернативные источники. К альтернативным источникам энергии относят нетрадиционные источники энергии: солнечную, ветровую, геотермальную энергетику и так далее. Их объединяет то, что на сегодняшний день все они используются гораздо реже, чем источники энергии на ископаемом топливе, но при этом обладают большим потенциалом для развития.

Одним из наиболее перспективных направлений в данной отрасли является солнечная энергетика. Постоянное совершенствование технологии изготовления и конструкции солнечных фотопреобразователей энергии позволило достичь КПД для поли- и монокристаллического Si – до 21 % и 24 %, соответственно, а для GaAs – более 28 %. Однако широкое использование этих материалов в фотопреобразователях сдерживается их высокой стоимостью.

В настоящее время ведется активный поиск альтернативных материалов, которые смогли бы быть достаточно дешёвыми, технологичными и давали бы возможность получить КПД преобразования более 30 %. Одним из возможных кандидатов на этот материал может быть  $\text{CuInGaSe}_2/\text{CdS}$  [1; 2] из-за высокого коэффициента поглощения  $\text{CuInGaSe}_2$ , долговременной стабильности работы и более низкой стоимости. Другими потенциальными кандидатами являются шестипереходные солнечные элементы  $\text{GaInN}/\text{GaN} / \text{GaInP} / \text{GaAs} / \text{Si} / \text{InGaAsP}$ , возможность применения которых обоснована в работах [3; 4]. Оценка предельной эффективности последних будет выполнена в данной работе.

Простой подход к вычислению оптимальных запрещенных зон многопереходных солнечных элементов состоит в использовании гипотезы предельной эффективности [5; 6]: каждый фотон с энергией большей, чем энергия запрещенной зоны  $E_g$ , производит один электронный заряд.

Авторы [5] исследовали параметры солнечного элемента с одним *p-n* переходом для излучения черного тела при температуре 6000 К. Они вычислили предельную эффективность для  $E_g = 1,1$  эВ (~ 44 %). Термодинамический подход к расчету эффективности [7; 8] показал, что использование многопереходных солнечных элементов позволяет повысить эффективность преобразования солнечного спектра. Однако использование большего количества элементов лишь незначительно повышает эффективность и в большинстве случаев оказывается затратным.

В данной работе выполнена оценка предельной эффективности многопереходных солнечных элементов вплоть до шести запрещенных зон с помощью термодинамического подхода к расчету эффективности.

Предположим, что солнечные элементы в многозонной структуре объединены поверхностями друг с другом, а излучение, поступающее в  $i$ -ый элемент структуры, передается в  $i+1$ -элемент без потерь. Предельная эффективность многозонного элемента может быть численно определена:

$$u = \frac{15}{\pi^4} \left\{ \sum_{j=1}^{\infty} \sum_{i=1}^{N-1} [\alpha_{i,j} x_i e^{-jx_i} - \alpha_{i+1,j} x_i e^{-jx_{i+1}}] + \alpha_{N,j} x_N e^{-jx_N} \right\},$$

где  $\alpha_{i,j} = \frac{x_i^2}{j} + \frac{2x_i}{j^2} + \frac{2}{j^3}$ ,  $\alpha_{i+1,j} = \frac{x_{i+1}^2}{j} + \frac{2x_{i+1}}{j^2} + \frac{2}{j^3}$ ,  $\alpha_{N,j} = \frac{x_N^2}{j} + \frac{2x_N}{j^2} + \frac{2}{j^3}$ ,  $x_i = \frac{h\nu_i}{kT}$ ,  $h$  – постоянная Планка,  $\nu_i$  – частота  $i$ -го элемента,  $k$  – постоянная Больцмана,  $c$  – скорость света в вакууме,  $T$  – температура черного тела, испускающего излучение.

Для расчета эффективности такой структуры мы использовали следующие материалы: GaInN/GaN (2,4 эВ); GaInP (1,84 эВ); GaAs (1,43 эВ); Si (1,12 эВ) и InGaAsP (0,95 и 0,7 эВ). В исследуемой структуре солнечный спектр делится на три области: область высоких (от 2,4 до 1,84 эВ), средних (от 1,84 до 0,95 эВ) и низких энергий (от 0,95 до 0,7 эВ). Термодинамическая эффективность однопереходных солнечных элементов на основе указанных выше материалов приведена на рисунке 1.

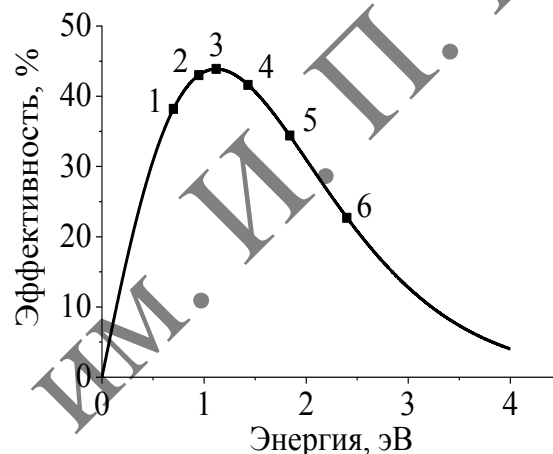


Рисунок 1. – Эффективность однопереходных солнечных элементов: InGaAsP (1,2), Si (3), GaAs (4), GaInP (5) GaInN/GaN (6)

Поскольку на практике термодинамическая эффективность не может быть достигнута из-за неизбежных потерь, таких как паразитное сопротивление и отражение, то в расчетах обычно используют понижающий коэффициент  $d$  (“derating factor”) для перехода от термодинамической эффективности к предельной эффективности.

Согласно нашим расчетам, предельная эффективность шестислойной структуры солнечных элементов (рисунок 2) составила 62,5 % (кривая 2, рисунок 3) (с учетом  $d = 0,8$  [7]), что превышает практический предел эффективности (54,3 % [7], кривая 4, рисунок 3) и незначительно ниже расчетных значений эффективности, (64,2 % [7], кривая 1, рисунок 3). При использовании в расчетах  $d = 0,7 \dots 0,89$  из [8] предельная эффективность (кривая 3, рисунок 3) составила  $\sim 55,5$  %. Обозначения на рисунке 3 (■ ○ ●) соответствуют  $p$ - $n$  переходам рассматриваемого солнечного элемента.



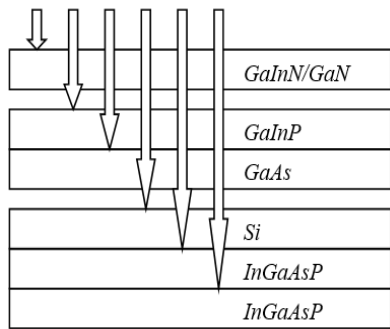


Рисунок 2. – Схема исследуемого солнечного элемента с 6  $p-n$  переходами

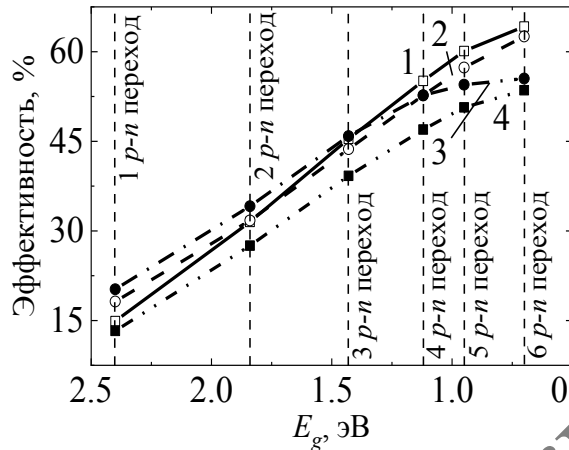


Рисунок 3. – Предельная эффективность многослойных солнечных элементов GaInN/GaN / GaInP / GaAs / Si / InGaAsP: 1 – расчетные значения [8], 2 ( $d = 0,8$ ) и 3 ( $d = 0,7 \dots 0,89$ ) – наши расчетные значения, 4 – практический предел [8]

Проведенные исследования показывают, что эффективность однопереходных солнечных элементов для исследуемых материалов не превышает 50 %. Увеличение числа  $p-n$  переходов приводит к повышению эффективности преобразования солнечного излучения, и для 6  $p-n$  переходов предельная эффективность составляет ~ 62,5 % (при  $d = 0,8$ ) и 55,5 % (при  $d = 0,7 \dots 0,89$ ). Показано, что наиболее оптимальны по эффективности солнечные элементы с 6  $p-n$  переходами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Optimal CdS buffer thickness to form high-quality CdS/Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub> junctions in solar cells without plasma damage and shunt paths / K. S. Cho [et al.] // ACS Omega. – 2020. – Vol 5, iss. 37. – P. 23983–23988.
2. Есман, А. К. Повышение энергоэффективности тонкопленочных солнечных элементов на основе соединения CuIn<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>Se<sub>2</sub> / А. К. Есман, В. А. Потачиц, Г. Л. Зыков // Проблемы физики, математики и техники. – 2016. – № 1 (26). – С. 30–33.
3. Fabrication of GaInP/GaAs//Si solar cells by surface activated direct wafer bonding / K. Derendorf [et al.] // IEEE Journal of Photovoltaics. – 2013. – Vol 3, iss. 4. – P. 1423–1428.
4. Wafer-bonded GaInP/GaAs//Si solar cells with 30% efficiency under concentrated sunlight / S. Essig [et al.] // IEEE Journal of Photovoltaics. – 2015. – Vol 5, iss. 3. – P. 977–981.
5. Shockley, W. Detailed balance limit of efficiency of p-n junction solar cells / W. Shockley, H. J. Queisser // J. Appl. Phys. – 1961. – Vol. 32. – P. 510–519.
6. Dupre, O. A full thermal model for photovoltaic devices / O. Dupre, R. Vaillon, M. A. Green // Solar Energy. – 2016. – Vol. 140. – P. 73–82.
7. 50 % efficient solar cell architectures and designs / A. Barnett [et al.] // IEEE 4<sup>th</sup> World Conference on PV Energy Conversion. – 2006. – Vol. 2. – P. 2560–2564.
8. Milestones toward 50 % efficient solar cell modules / A. Barnett [et al.] // IEEE 22<sup>nd</sup> European PV Solar Energy Conference. – 2007. – P. 95–100.

**МАТРИЦЫ ОПИСАНИЯ СВЯЗЕЙ В МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРАХ  
ПАРАМАГНИТНЫХ ФАЗ СИСТЕМЫ Fe-Zr**

Диаграмма состояния бинарной системы Fe-Zr характеризуется слабой растворимостью компонентов друг в друге и наличием интерметаллических соединений [1]. Применение мессбауэровской спектроскопии позволяет определять фазовый состав с достаточно высокой точностью. В результате сравнения экспериментальных и моделированных мессбауэровских спектров упрощает идентификацию вновь образованных фаз. Фазовая диаграмма бинарной системы Fe-Zr содержит 4 интерметаллических соединения (таблица 1).

Таблица 1. – Параметры мессбауэровских спектров интерметаллических соединений бинарной системы Fe-Zr

Фаза	Соотношение позиций в фазе	$\delta$ , мм/с	$\varepsilon$ , мм/с	$H_n$ , кЭ	Ссылка
FeZr <sub>3</sub>	2	-0.225±0,005	0,64±0,02	–	[2]
	1	0.105±0,005	0,31±0,02	–	
FeZr <sub>2</sub>	1	-0.151±0,005	0,24±0,02	–	[3]
	1		0,89±0,01	–	

Видно, что изомерные сдвиги интерметаллида FeZr<sub>2</sub> в обеих позициях равны, что должно будет учтено при последующей обработке. Дальнейший обзор совокупности параметров цирконидов железа показывает, что измерные и квадратурные сдвиги для различных позиций атомов железа в Fe<sub>2</sub>Zr и Fe<sub>3</sub>Zr в каждой совокупности равны. Данное обстоятельство должно быть отмечено при моделировании спектров.

Hard Bonds [4] содержит T<sub>A</sub>, T<sub>V</sub> и T<sub>Г</sub> матрицы. Матрицы амплитуд, скоростей и ширин для дублета имеют вид:

$$T_A \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} \quad T_V \begin{vmatrix} 0.5 & 0.5 \\ -0.5 & 0.5 \end{vmatrix} \quad T_\Gamma \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}$$

Учитывая, что мессбауэровский спектр интерметаллида FeZr<sub>3</sub> представляет собой суперпозицию двух дублетов, то матрицы Hard Bonds этой фазы имеют размерность 4×4:

$$T_A \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix} \quad T_V \begin{vmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ -0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & -0.5 & 0.5 \end{vmatrix} \quad T_\Gamma \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix}$$

Как видно, матрицы отдельных дублетов располагаются по диагонали составной матрицы, и наличие нулевых элементов в остальных ячейках говорит об отсутствии наложенных связей между дублетами.

Мессбауэровский спектр интерметаллического соединения  $\text{FeZr}_2$  также состоит из двух дублетов, и соответствующие матрицы Hard Bonds этого интерметаллида имеют вид:

$$T_A = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix} \quad T_V = \begin{vmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ -0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & -0.5 & 0.5 \end{vmatrix} \quad T_\Gamma = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix}$$

При этом равенство изомерных сдвигов у парциальных спектров учтено присутствием элемента (-1) в 1-ом столбце 3-ей строки матрицы скоростей.

Размерность (8×8) матриц амплитуд, скоростей и ширин для данной суперпозиции парциальных спектров вычисляется исходя из числа фаз: 2 дублета ( $\text{FeZr}_3$ ) и 2 дублета ( $\text{FeZr}_2$ ).

$$T_A = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix} \quad T_V = \begin{vmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.5 & 0.5 \end{vmatrix}$$

$$T_\Gamma = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix}$$

Для учета заселенности различных позиций атомами железа в интерметаллидах, соотношение которых определяется относительной площадью парциальных спектров, используется матрица Soft Bonds.

Рассмотрим интерметаллид  $\text{FeZr}_3$ . Площади ( $s_1$  и  $s_2$ ) линий первого дублета этой фазы относятся к площади линий ( $s_3$  и  $s_4$ ) второго дублета как 2:1. Тогда можно записать:

$$\frac{s_1 + s_2}{s_3 + s_4} = \frac{2}{1}.$$

или

$$\begin{aligned}1 \cdot (s_1 + s_2) &= 2 \cdot (s_3 + s_4), \\1 \cdot (s_1 + s_2) - 2 \cdot (s_3 + s_4) &= 0, \\s_1 + s_2 - 2s_3 - 2s_4 &= 0.\end{aligned}\tag{1}$$

Рассмотрим интерметаллид  $\text{FeZr}_2$ . Площади ( $s_5$  и  $s_6$ ) линий первого дублета этой фазы относятся к площади ( $s_7$  и  $s_8$ ) второго дублета как 1:1. Тогда можно записать:

$$\frac{s_5 + s_6}{s_7 + s_8} = \frac{1}{1}.$$

или

$$\begin{aligned}1 \cdot (s_5 + s_6) &= 1 \cdot (s_7 + s_8), \\1 \cdot (s_5 + s_6) - 1 \cdot (s_7 + s_8) &= 0, \\s_5 + s_6 - s_7 - s_8 &= 0.\end{aligned}\tag{2}$$

Матрица Soft Bonds должна содержать 8 столбцов (по числу линий в парциальных спектрах). Отсутствующие в (1)–(2) площади линий имеют нулевой коэффициент. Тогда перепишем эти формулы в виде:

$$1 \cdot s_1 + 1 \cdot s_2 - 2 \cdot s_3 - 2 \cdot s_4 + 0 \cdot s_5 + 0 \cdot s_6 + 0 \cdot s_7 + 0 \cdot s_8 = 0.\tag{3}$$

$$0 \cdot s_1 + 0 \cdot s_2 + 0 \cdot s_3 + 0 \cdot s_4 + 1 \cdot s_5 + 1 \cdot s_6 - 1 \cdot s_7 - 1 \cdot s_8 = 0.\tag{4}$$

Таким образом, матрица Soft Bonds имеет вид:

$$\left| \begin{array}{cccccccc} 1 & 1 & -2 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & -1 \end{array} \right|$$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лякишев, Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем : справочник : в 3 т. / Н. П. Лякишев. – М. : Машиностроение, 1997. – 1024 с.
2. Vincze, I., Van der Woude F., Scott M.G. // Solid State Commun. – 1981. – Vol. 37, № 7. – P. 567–570.
3. Дехтяр, И. Я. Мессбауэровское исследование метастабильных фаз в Fe-Zr системе после лазерного облучения. / И. Я. Дехтяр // Металлофизика. – 1984. – Т. 6, № 6. – С. 100–102.
4. Русаков, В. С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем / В. С. Русаков. – Алматы : ИЯФ НЯЦ РК, 2000. – 437 с.

**А. И. ЖУК, Е. Н. ЗАЩУК, Т. В. КОПАЙЦЕВА**  
 УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

**О СХОДИМОСТИ АППРОКСИМИРУЮЩИХ УРАВНЕНИЙ  
 В ПРОСТРАНСТВЕ ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ. СМЕШАННЫЙ СЛУЧАЙ**

Рассмотрим следующую систему нелинейных дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами на отрезке  $T = [0; a] \subset R$ :

$$\dot{x}^i(t) = \sum_{j=1}^q f^{ij}(t, x(t)) \dot{L}^j(t), \quad i = \overline{1, p} \quad (1)$$

где  $x(0) = x_0$  и  $f^{ij}$  – функции, удовлетворяющие условию линейного роста,  $L^j(t)$  – функции ограниченной вариации на отрезке  $T$ . Без ограничения общности будем считать, что функции  $L^j(t)$  непрерывны справа,  $L^j(0) = L^j(0-) = 0$  и  $L^j(a-) = L^j(a)$ .

Уравнение (1) содержит произведение обобщенных функций. Решим это уравнение, используя концепцию новых обобщенных функций.

Заменяя обычные функции, присутствующие в (1), на соответствующие им новые обобщенные функции получим запись уравнения в дифференциалах в алгебре мнемофункций (см., [1])

$$d_{\tilde{h}} \tilde{x}^i(\tilde{t}) = \sum_{j=1}^q \tilde{f}^{ij}(\tilde{t}, \tilde{x}(\tilde{t})) d_{\tilde{h}} \tilde{L}^j(\tilde{t}), \quad i = \overline{1, p} \quad (2)$$

где  $\tilde{x}|_{[\tilde{0}, \tilde{h}]} = \tilde{x}^0$ ,  $\tilde{h} = [\{h_n\}] \in H$ ,  $\tilde{a} = [\{a\}] \in T$  и  $\tilde{t} = [\{t_n\}] \in \tilde{T}$ ,  $\tilde{x} = [\{x_n(t)\}]$ ,

$\tilde{f} = [\{f_n(x)\}]$ ,  $\tilde{x}^0 = [\{x_n^0(t)\}]$ ,  $\tilde{L} = [\{L_n(t)\}]$  и  $x_{n0} \rightarrow x(0)$ .

Заменяем в (2) каждую новую обобщенную функцию представителем класса ее определяющего, получим

$$x_n^i(t + h_n) - x_n^i(t) = \sum_{j=1}^q f_n^{ij}(t, x_n(t)) [L_n^j(t + h_n) - L_n^j(t)], \quad i = \overline{1, p} \quad (3)$$

где  $x_n(t)|_{[0, h_n]} = x_{n0}(t)$ . В качестве представителей для уравнения (3) рассмотрим следующие функции:

$$L_n^j(t) = (L^j * \rho_n^j)(t) = \int_0^{\frac{1}{\gamma^j(n)}} L^j(t+s) \rho_n^j(s) ds,$$

где  $\rho_n^j(t) = \gamma^j(n)\rho^j(\gamma^j(n)t)$ ,  $\rho^j \geq 0$ ,  $\text{supp}(\rho^j) \subseteq [0,1]$ ,  $\int_0^1 \rho^j(s)ds = 1$ ,

а  $f_n = f * \tilde{\rho}_n$ ,  $\tilde{\rho} \geq 0$ ,  $\tilde{\rho} \in C^\infty(R^{p+1})$ ,  $\tilde{\rho}_n(x_0, x_1, \dots, x_p) = n^{p+1}\tilde{\rho}(nx_0, nx_1, \dots, nx_p)$ ,

$\int_{[0,1]^{p+1}} \tilde{\rho}(x_0, x_1, \dots, x_p) dx_0 dx_1 \dots dx_p = 1$ ,  $\text{supp}(\tilde{\rho}) \subseteq [0,1]^{p+1}$ .

Здесь  $\gamma^j(n)$  – некоторая монотонная функция такая, что  $\gamma^j(n) \rightarrow \infty$  при  $n \rightarrow \infty$ ,  $h_n \rightarrow 0$ , причем для  $j = \overline{1, b}$ ,  $\gamma^j(n)h_n \rightarrow \infty$ , а для  $j = \overline{b+1, q}$   $\gamma^j(n)h_n \rightarrow 0$ .

Пусть  $t$  – произвольная фиксированная точка из отрезка  $T$ . Тогда  $t$  можно представить в виде  $t = \tau_t + m_t h_n$ , где  $\tau_t \in [0, h_n)$ ,  $m_t \in N$ . Несложно видеть, что решение системы (3) можно записать в виде

$$x_n^i(t) = x_{n0}^i(\tau_t) + \sum_{j=1}^q \sum_{k=0}^{m_t-1} f_n^{ij}(\tau_t + kh_n, x_n(\tau_t + kh_n)) [L_n^j(\tau_t + (k+1)h_n) - L_n^j(\tau_t + kh_n)],$$

где  $i = \overline{1, p}$ . В одномерном случае в работах [2; 3] показано, что предел последней последовательности зависит от связи между  $\gamma^j(n)$  и  $h_n$ . Данная работа посвящена изучению общей ситуации.

Для описания предельного поведения решения задачи Коши (3) рассмотрим систему

$$x^i(t) = x_0^i + \sum_{j=1}^q \int_0^t f^{ij}(s, x(s)) dL^{jc}(s) + \sum_{\mu_r \leq t} S^i(\mu_r, x(\mu_r-), \Delta L(\mu_r)), \quad i = \overline{1, p}, \quad (4)$$

где  $L^{jc}(t)$  – непрерывная, а  $L^{jd}(t)$  – разрывная составляющая функции  $L^j(t)$ ,  $\mu_r^j, r = 1, 2, \dots$  – точки разрыва функции  $L^j(t)$ ,  $\Delta L^{jd}(\mu_r+) - \Delta L^{jd}(\mu_r-)$ ,  $i = \overline{1, p}$  – величина скачка,  $S^i(\mu, x, u) = \varphi^i(1, \mu, x, u) - \varphi^i(0, \mu, x, u)$ , где  $\varphi^i(t, \mu, x, u)$  находится из уравнения:

$$\begin{aligned} \varphi^i(t, \mu, x, u) = & x^i + \sum_{j=1}^b u^j \int_0^t f^{ij}(\mu, \varphi(s-, \mu, x, u)) dH(s-1) + \\ & + \sum_{j=b+1}^q u^j \int_0^t f^{ij}(\mu, \varphi(s, \mu, x, u)) ds, \end{aligned}$$

где  $x \in R^p$ ,  $u \in R^q$ ,  $\mu \in T$ ,  $H(s)$  – функция Хевисайда, т. е.  $H(s) = 1$ , при  $s \geq 0$  и  $H(s) = 0$ , при  $s < 0$ .

**Теорема.** Пусть  $f^{ij}$   $i = \overline{1, p}$ ,  $j = \overline{1, q}$  удовлетворяют условию линейного роста и ограничены.  $L^j(t)$ ,  $j = \overline{1, q}$  – непрерывные справа функции ограниченной вариации. Тогда при  $n \rightarrow \infty$   $h_n \rightarrow 0$   $\gamma^j(n) \rightarrow \infty$  так, что для  $j = \overline{1, b}$ ,  $\gamma^j(n)h_n \rightarrow \infty$  и для  $j = \overline{b+1, q}$   $\gamma^j(n)h_n \rightarrow 0$  решение  $x_n(t)$  задачи Коши (3) сводится к решению системы уравнения (4) в пространстве  $L^1(T)$ , если  $\int_T |x_{n_0}(\tau_t) - x_0| dt \rightarrow 0$ .

Аналогичные теоремы в других пространствах и с другими условиями для функций  $f^{ij}$   $i = \overline{1, p}$ ,  $j = \overline{1, q}$  были рассмотрены в работах [4; 5; 6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лазакович, Н. В. Стохастические дифференциалы в алгебре обобщенных случайных процессов / Н. В. Лазакович // Докл. НАН Беларуси. – 1994. – Т. 38, № 5. – С. 23–27.
2. Жук, А. И. Оценки скорости сходимости к ассоциированным решениям дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами в алгебре мнемифункций / А. И. Жук, О. Л. Яблонский // Докл. НАН Беларуси. – 2015. – Т. 59, № 2. – С. 17–22.
3. Жук, А. И. Системы дифференциальных уравнений в алгебре обобщенных функций / А. И. Жук, О. Л. Яблонский // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. Фіз.-мат. навук. – 2011. – № 1. – С. 12–16.
4. Жук, А. И. Ассоциированные решения системы неавтономных дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами. Смешанный случай / А. И. Жук, О. Л. Яблонский, С. А. Спаськов // Весці БДПУ. Сер. 3, Фізіка, матэматыка, інфарматыка, біялогія, географія. – 2019. – № 4. – С. 16–22.
5. Жук, А. И. Дифференциальные уравнения с обобщенными коэффициентами в прямом произведении алгебр мнемифункций / А. И. Жук, Т. И. Каримова // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Физика, математика, информатика. – 2018. – № 5 (112). – С. 59–62.
6. Жук, А. И. Неавтономные системы дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами в алгебре обобщенных функций / А. И. Жук, О. Л. Яблонский // Докл. НАН Беларуси. – 2013. – Т. 57, № 6. – С. 20–23.

**Д. А. ЗЕРНИЦА<sup>1</sup>, В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

<sup>2</sup>УО БГУ (г. Минск, Беларусь)

## **МИКРОСТРУКТУРА ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПЛАСТИН МЕДИ ПРИПОЕМ В ВИДЕ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШЕЙ ФОЛЬГИ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА SN-6 МАС. % ZN**

Пайка металлических материалов является высокопроизводительным технологическим процессом соединения деталей между собой. Ограничение на применение свинецсодержащих сплавов был введён согласно директиве Совета Европы по экологической безопасности RoHS [1], в связи с чем в электронной промышленности возникла серьезная техническая проблема перехода на бессвинцовую пайку [2]. Во избежание полной смены техпроцесса пайки актуальным является создание сплавов, имеющих температуру плавления, близкую к точке плавления эвтектического сплава Sn–Pb. Одними из перспективных кандидатов для бессвинцовой пайки являются сплавы системы Sn–Zn, т. к. они имеют наиболее близкий к эвтектике Sn–Pb диапазон температур плавления.

В связи с тем, что сверхбыстрая закалка позволяет повысить прочность сплавов, можно рассчитывать получить этим методом прочные сплавы, имеющие однородную и дисперсную структуру, с узким интервалом плавления, что актуально для уменьшения отрицательного температурного воздействия на элементы микросхем в процессе пайки. Дисперсность и равномерность распределения фаз особенно важно при производстве порошков паяльных паст с мелким и ультрамелким зерном, обеспечивающим общую миниатюризацию изделий в микронных диапазонах интегральных схем. К преимуществам метода также стоит отнести его низкую энергоёмкость, простоту техпроцесса и возможность получения материалов в виде тонких фольг без дополнительной механической обработки. В этом случае быстрозатвердевшие фольги можно размещать между паяемыми изделиями, полностью заполняя весь слой в области пайки, а затем производить нагрев зоны. В таком случае обеспечивается растекание припоя во все труднодоступные участки и зазоры без излишнего перегрева элементов микросхем, что существенно экономит энергетические затраты и повышает качество паяного шва.

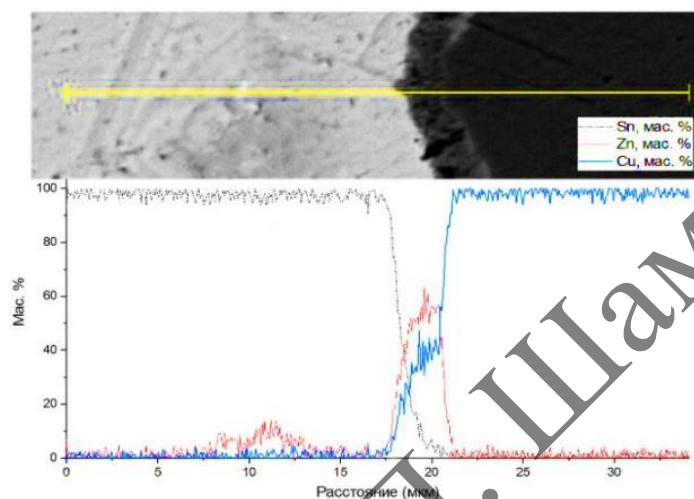
К сожалению, исследования паяных соединений, в которых припой получался методом сверхбыстрой кристаллизации из расплава, в литературе не встречается. Тем не менее, анализ паяных соединений, полученных пайкой быстрозатвердевшими припоями олово-цинк на различных подложках, с определением структуры слоёв и фаз, является весьма важным, что определяет актуальность нашей работы.

Исследуемые материалы фольг изготавливались методом сверхбыстрой кристаллизации, что описывалось в работе [3]. Далее образцы вырезались и помещались между двумя подложками, с последующей пайкой. Микроструктура быстрозатвердевших фольг и распределение компонентов в месте паяных слоёв исследовались с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1455 VP (Carl



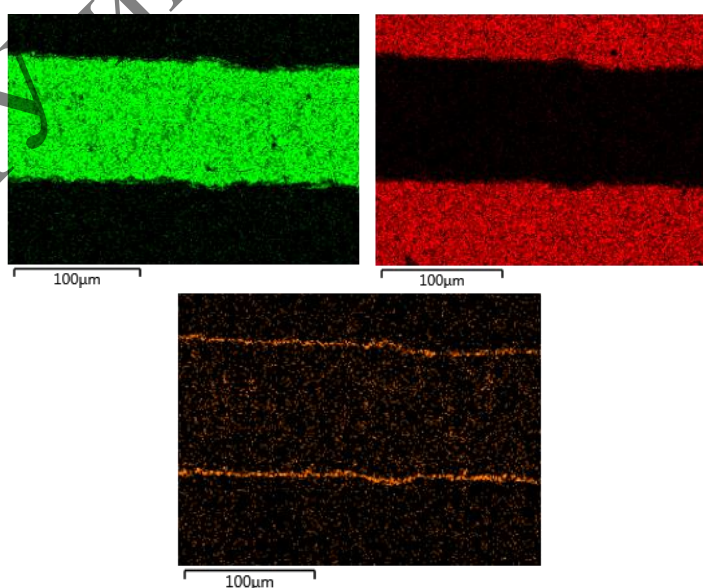
Zeiss, Германия). Для качественного определения состава использовался метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС).

На рисунке 1 приведена фотография паяного слоя системы: медь – Sn-6 мас. % Zn – медь и распределение компонентов фаз. Тёмная правая область изображения соответствует подложке из меди, а левый участок – припою. Вблизи подложки наблюдается концентрационный скачок цинка, что свидетельствует о формировании на границе раздела слоя интерметаллида  $\text{Cu}_5\text{Zn}_8$  толщиной менее 5 мкм, что ранее наблюдалось в ряде работ [4; 5].



**Рисунок 1. – Структура поперечного слоя системы Cu – Sn-6 мас. % Zn – Cu вблизи подложки и распределение элементов фаз вдоль линии сканирования**

На картах ЭДС (рисунок 2) для спая Cu – Sn-6 мас. % Zn – Cu отмечается равномерное распределение компонентов припоя между медной подложкой. Стоит отметить повышенную концентрацию цинка на границах раздела паяного соединения, что наблюдалось на изображениях выше.



**Рисунок 2. – ЭДС карты структур поперечного сечения спая системы Cu – Sn-6 мас. % Zn – Cu: а) Sn ( $L_{\alpha 1}$ ); б) Cu ( $K_{\alpha 1}$ ); в) Zn ( $K_{\alpha 1}$ )**

В результате можно установить, что паяное соединение пластин из меди, полученное с использованием быстрозатвердевшего припоя сплава Sn-6 мас. % Zn, имеет дисперсную структуру. В переходной зоне между припоем и подложкой образуется повышенная концентрация цинка и формируется интерметаллидная фаза  $Cu_5Zn_8$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Директива Европейского Парламента об отходах электронного и электрического оборудования (WEEE), Положение о применении некоторых опасных веществ в радиоэлектронном и электрооборудовании (RoHS) // Радиоконпоненты. 2006. – № 3 (9). – С. 33–36.
2. Пивненко, В. Актуальность перехода к сплавам, используемым в бес-свинцовых процессах / В. Пивненко // Радиоконпоненты. – 2006. – № 3 (9). – С. 8–35.
3. Зерница, Д. А. Исследование структуры и свойств бессвинцовых быстрозатвердевших сплавов на основе цинка при термической обработке / Д. А. Зерница, В. Г. Шепелевич // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов : межвуз. сб. науч. тр. – Минск, 2021. – Вып. 13. – С. 672–681.
4. Morphological Evolution of the Reaction Product at the Sn 9 wt. % Zn/Thin-Film Cu Interface / Chih-Ming Chen [et al.] // Journal of Electronic Materials. – 2008. – Vol. 37 (10). – P. 1605–1610.
5. Jeong-Won Yoon. Interfacial Reaction and Mechanical Characterization of Eutectic Sn-Zn/ENIG Solder Joints during Reflow and Aging / Jeong-Won Yoon, Hyun-Suk Chun, Seung-Boo Jung // Materials Transactions. – 2005. – Vol. 46 (11). – P. 2386–2393.

**A. V. IVASHKEVICH<sup>1</sup>, E. M. OVSIYUK<sup>2</sup>, V. M. RED'KOV<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Science (Minsk, Belarus)

<sup>2</sup>Mozyr State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin (Mozyr, Belarus)

#### **ELECTRODYNAMICS, COMPLEX ROTATION GROUP, MEDIA**

**Introduction.** *In 1931, Majorana and Oppenheimer proposed to consider the Maxwell theory of electromagnetism as the wave mechanics of the photon. They introduced a complex 3-vector wave function satisfying the massless Dirac-like equations. Before Majorana and Oppenheimer, the most crucial steps were made by Silberstein, he showed the possibility to have formulated Maxwell equation in term of complex 3-vector entities. Silberstein writes that the complex form of Maxwell equations has been known before; he refers this to the second volume of the lecture notes on the differential equations of mathematical physics by Riemann that were edited and published by H. Weber in 1901.*

**Matrix form in the vacuum.** Let us introduce 3-dimensional complex vector  $\psi^k = E^k + icB^k$ , then equations can be joint into the one matrix equation (see notations in [1])

$$(-i\partial_0 + \alpha^j \partial_j) \Psi = J, \quad \Psi = \begin{pmatrix} 0 \\ E^1 + icB^1 \\ E^2 + icB^2 \\ E^3 + icB^3 \end{pmatrix}, \quad J = 1\epsilon_0 \begin{pmatrix} j^0 \\ ij^1 \\ ij^2 \\ ij^3 \end{pmatrix},$$

$$(\alpha^i)^2 = -I, \quad \alpha^1 \alpha^2 = -\alpha^2 \alpha^1 = \alpha^3, \\ \alpha^2 \alpha^3 = -\alpha^3 \alpha^2 = \alpha^1, \quad \alpha^3 \alpha^1 = -\alpha^1 \alpha^3 = \alpha^2.$$

**Minkowski electrodynamics for the uniform medium.** Let us introduce the quantities with simple transformation properties under the Lorentz group:

$$f = E + icB, \quad h = 1\epsilon_0 \left( D + \frac{iH}{c} \right),$$

where  $f$  and  $h$  are complex 3-vectors under the group  $SO(3, C)$ , the latter is isomorphic to the Lorentz group. Let us introduce the new quantities

$$M = \frac{h + f}{2}, \quad N = \frac{h^* - f^*}{2}, \quad M' = O M, \quad N' = O^* N,$$

they are different 3-vectors under the group  $SO(3, C)$ . In terms of the variables  $M$  and  $N$ , the Maxwell equations in the uniform medium read in the matrix form

$$(-i\partial_0 + \alpha^i \partial_i) M + (-i\partial_0 + \beta^i \partial_i) N = J, \quad M = \begin{pmatrix} 0 \\ M \end{pmatrix}, \quad N = \begin{pmatrix} 0 \\ N \end{pmatrix}, \quad J = 1\epsilon_0 \begin{pmatrix} \rho \\ ij \end{pmatrix},$$

where three additional matrices  $\beta^i$  are used.

**Minkowski constitutive relations in the complex form.** Let us examine how the constitutive relations for the uniform medium behave under the Lorentz transformations. We start with these relations in the rest reference frame

$$D = \epsilon_0 \epsilon E, \quad Hc = 1\mu_0 \mu 1c^2 cB = \epsilon_0 \mu cB,$$

whence it follows their different representation in terms of complex vectors

$$2h = (\epsilon + 1\mu) f + (\epsilon - 1\mu) f^*, \quad 2h^* = (\epsilon + 1\mu) f^* + (\epsilon - 1\mu) f; \\ 2f = (1\epsilon + \mu) h + (1\epsilon - \mu) h^*, \quad 2f^* = (1\epsilon + \mu) h^* + (1\epsilon - \mu) h.$$

Let us apply the Lorentz transformations

$$f' = O f, \quad f'^* = O^* f^*, \quad h' = O h, \quad h'^* = O^* h^*,$$

then we get

$$\begin{aligned} 2h' &= (\epsilon + 1\mu) f' + (\epsilon - 1\mu) O(O^{-1})^* f'^* , \\ 2h'^* &= (\epsilon + 1\mu) f'^* + (\epsilon - 1\mu) O^* O^{-1} f' , \\ 2f' &= (1\epsilon + \mu) h' + (1\epsilon - \mu) O(O^{-1})^* h'^* , \\ 2f'^* &= (1\epsilon + \mu) h'^* + (1\epsilon - \mu) O^* O^{-1} h' . \end{aligned}$$

In general, we notice evident modifications of the constitutive relations in the moving reference frame. In this point one should distinguish between two cases: Euclidean rotations and Lorentzian boosts. Indeed, for any Euclidean rotation we have identities  $O^* = O \Rightarrow O(O^{-1})^* = I$ ,  $O^* O^{-1} = I$ ; therefore in this case the constitutive relations preserve their form. However, for any pseudo-Euclidean rotation we have other identities

$$O^* = O^{-1} \Rightarrow O(O^{-1})^* = O^2, \quad O^* O^{-1} = O^{*2},$$

therefore the constitutive relations are modified.

**Extensions.** The previous results can be extended to more generale media, let us restrict ourselves to linear media. Arbitrary linear media is characterized by the following constitutive equations:

$$D = \epsilon_0 \epsilon(x) E + \epsilon_0 c \alpha(x) B, \quad H = \epsilon_0 c \beta(x) E + 1\mu_0 \mu(x) B,$$

where  $\epsilon(x), \mu(x), \alpha(x), \beta(x)$  are  $(3 \times 3)$ -dimensionless matrices. These equations may be rewritten in terms of complex vectors  $f, h$ :

$$\begin{aligned} h &= [(\epsilon + \mu) + i(\beta - \alpha)] f + [(\epsilon - \mu) + i(\beta + \alpha)] f^* , \\ h^* &= [(\epsilon + \mu) - i(\beta - \alpha)] f^* + [(\epsilon - \mu) - i(\beta + \alpha)] f . \end{aligned}$$

For Euclidean rotations, the constitutive relations preserve their form. For Lorentzian boosts, however these relations change their form in the moving reference frame in accordance with the rules

$$\begin{aligned} h' &= [(\epsilon + \mu) + i(\beta - \alpha)] f' + [(\epsilon - \mu) + i(\beta + \alpha)] O^2 f'^* , \\ h'^* &= [(\epsilon + \mu) - i(\beta - \alpha)] f'^* + [(\epsilon - \mu) - i(\beta + \alpha)] O^{*2} f' . \end{aligned}$$

**Conclusions.** The matrix form of the Maxwell theory in the form of Riemann – Silberstein – Majorana – Oppenheimer and, based on the theory of complex rotation group  $SO(3, C)$ , may be effectively used in practical calculation when studying electromagnetic problems. This representation is closely related to spinor formalism in Maxwell theory (see in [2]).

#### REFERENCES

1. Fedorov, F. I. The Lorentz group / F. I. Fedorov. – Moscow, 1978 (in Russian).
2. Spinor Maxwell equations in Riemannian space-time and the geometrical modeling of constitutive relations in electrodynamics / A. V. Ivashkevich [et al.] // Materials Physics and Mechanics. – 2020. – Vol. 45, № 1. – P. 104–131.

**В. В. КОВГАР<sup>1</sup>, И. В. ПРУСОВА<sup>2</sup>, Н. К. ПРИХАЧ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт физики НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет (г. Минск, Беларусь)

**ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ "UP"-КОНВЕРСИИ  
В ТЕЛЛУРИТНО-ВОЛЬФРАМАТНОМ СТЕКЛЕ,  
СОАКТИВИРОВАННОМ ИОНАМИ Yb<sup>3+</sup> И Er<sup>3+</sup>**

Основными преимуществами стеклообразных люминофоров перед порошковыми являются возможность использования их для работы в проходящих пучках света, более высокая лучевая стоимость, а также пригодность для исследования микроструктуры поля излучения. К числу наиболее перспективных материалов в этом плане можно отнести активированные иттербием и эрбием теллуридные стекла, которые характеризуются относительно малоэффективным внутрицентровым тушением возбуждений из-за низкочастотного положения «синей» границы фононного спектра.

Согласно имеющимся сведениям [1], при разработке таких стекол наиболее важными моментами являются определение оптимальных концентраций соактиваторов, а также поиск систем, обеспечивающих низкую симметрию локального окружения ионов Er<sup>3+</sup> и, в случае оксидных стекол, максимальное расстояние между атомами кислорода и эрбия R(Er–O). Существенную помощь при решении первой из отмеченных задач может оказать численный анализ влияния вероятностей внутри- и межзонных переходов возбуждений на квантовые выходы "up"-конверсии в состояния <sup>4</sup>S<sub>3/2</sub> и <sup>4</sup>F<sub>9/2</sub> ионов Er<sup>3+</sup>.

На рисунке 1 дано схематическое изображение фотофизических процессов, происходящих в Yb–Er-системе. Достаточно корректное их описание возможно с помощью следующей системы кинетических уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{n}_1 &= n_3(p_{31} + p_c n_4 + p'_c n_5 + p''_c n_6) - n_1(p_A n_6 + p'_A n_7 + p''_A n_8 + p_{12}) + p_{21} n_2, \\ \dot{n}_2 &= -p(n_2 - n_3) + p_{32} n_3 - n_2(p_A n_6 + p'_A n_7 + p''_A n_8 + p_{21}) + p_{12} n_1, \\ \dot{n}_3 &= p(n_2 - n_3) - n_3(p_{31} + p_{32} + p_c n_4 + p'_c n_5 + p''_c n_6) + p_A(n_1 + n_2)n_6 + \\ &\quad + p'_A(n_1 + n_2)n_7 + p''_A(n_1 + n_2)n_8 \\ \dot{n}_4 &= p_{54} n_5 + p_{74} n_7 + p_{84} n_8 - (p_c n_3 + p_{46} + p_k n_8 + p'_k n_7)n_4 + p_A(n_1 + n_2)n_6, \\ \dot{n}_5 &= -(p_{54} + p_{57} + p'_c n_3 + p''_c n_8)n_5 + (p_{57} + p'_k n_4)n_7 + p_{65} n_6 + p_{85} n_8 + \\ &\quad + (p''_A n_8 + p'_A n_7)(n_1 + n_2) \\ \dot{n}_6 &= (p_c n_4 - p''_c n_6)n_3 + p_{76} n_7 - [p_{65} + p_{68} + p_A(n_1 + n_2)]n_6 + \\ &\quad + (p_{46} + 2p_k n_8 + p_k n_7)n_4 + (p_{68} + p_k n_5)n_8 \\ \dot{n}_7 &= p_{87} n_8 + (p_{57} + p''_k n_8 + p'_c n_3)n_5 - [p_{57} + p_{76} + p_{74} + p'_A(n_1 + n_2) + p'_k n_4]n_7, \\ \dot{n}_8 &= (p''_c n_3 + p_{68})n_6 - [p_{84} + p_{85} + p_{87} + p_{68} + p''_A(n_1 + n_2) + p_k n_4 + p''_k n_5]n_8, \\ n_1 + n_2 + n_3 &= N_{Yb}, \quad n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + n_8 = N_{Er}. \end{aligned}$$

Здесь  $p_{ij}$  – вероятности внутриионных переходов возбуждений между энергетическими состояниями редкоземельных ионов;  $p_c, p'_c, p''_c$  и  $p_A, p'_A, p''_A$  – константы, учитывающие вероятности передачи энергии от сенсibilизатора на активатор и обратно соответственно;  $n$  и  $N$  – заселённость энергетических состояний соактиваторов и концентрация последних. Квантовые выходы “up”-конверсии в каналы зеленой  $\eta_{\text{зел}}^{\text{ап}}$  и красной  $\eta_{\text{кр}}^{\text{ап}}$  люминесценции вычислялись по формулам:

$$\eta_{\text{зел}}^{\text{ап}} = \int_0^{t_n+t_k} \frac{[p_c'' n_3 n_6 - p_A'' (n_2 + n_1) n_8]}{\bar{N}} dt,$$

$$\eta_{\text{кр}}^{\text{ап}} = \int_0^{t_n+t_k} \frac{[p_c' n_3 n_5 - p_A' (n_2 + n_1) n_7]}{\bar{N}} dt,$$

где  $\bar{N} = \int_0^{t_n} [p_{23}(n_2 - n_3) + p_{57}(n_5 - n_7) + p_{68}(n_6 - n_8)] dt$  – полное число актов поглощения;

$t_n$  – длительность возбуждения;  $t_k$  – время, соответствующее падению заселенности состояния 3 (см. рисунок 1) на два порядка. Варьирование вероятностей внутри- и межиионных переходов возбуждений в пределах значений, типичных для рассматриваемых материалов [2; 3], показывает, что оптимальное для получения пиковых величин  $\eta_{\text{зел}}^{\text{ап}}$  соотношение  $N_{\text{Yb}}/N_{\text{Er}}$  составляет  $\sim 5-10$ .

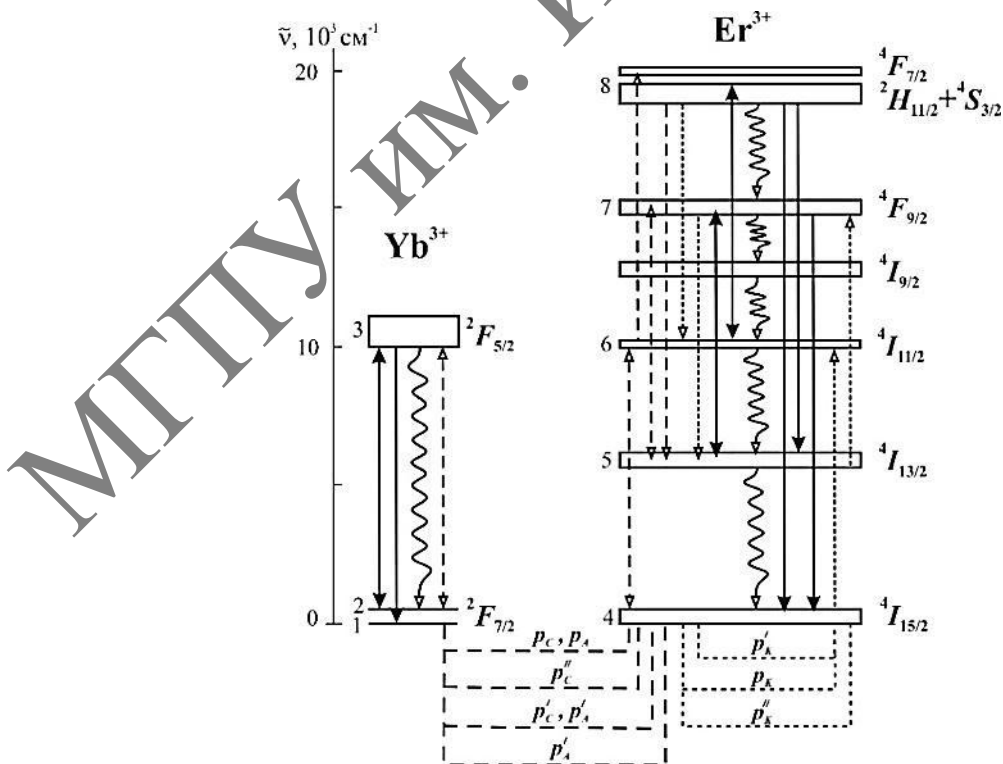


Рисунок 1. – Схема энергетических состояний и электронных переходов соактиваторов

На рисунке 2 представлены результаты численного расчета зависимости квантовых выходов “up”-конверсии от величины коэффициента  $k$ , с помощью которого моделировалось изменение минимального расстояния между частицами разноименных соактиваторов  $R(Yb - Er)$ , для квазистационарного и моноимпульсного режимов возбуждения.

Использовались следующие значения вероятностей переходов:

$$p_{53} = 3p_{68} = 0,1p_{23}; \quad p_c = p'_c = p''_c = 0,1p_A = 0,1 \quad p'_A = k \cdot 0,25 \cdot 10^{-17} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1};$$

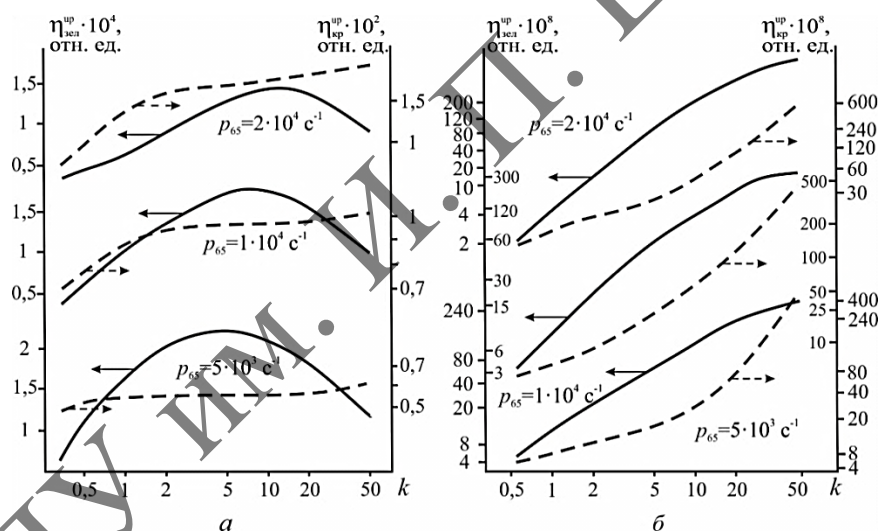
$$p''_A = 0,5 \cdot k \cdot 10^{-18} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}; \quad p_{31} = 3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}; \quad p_{32} = 1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}; \quad p_{65} = p_{87} = 0,3 \quad p_{76} = 1 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1};$$

$$p_{23} = u^c th(c \cdot t \cdot |t - t_n|), \quad \text{где } u^c = 1 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1} \text{ и } 1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1} \text{ для } t_n = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с и } 3 \cdot 10^{-8} \text{ с}$$

соответственно (при  $t \geq t_n$  значение  $p_{23} = 0$ );  $p_{21} = 50 \quad p_{12} = 10^9 \text{ с}^{-1};$

$$p_k = p'_k = p''_k = 1 \cdot 10^{-18} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}.$$

Начальные условия задавались в виде:  $n_2 = 0,08 \cdot 10^{21}$ ,  $n_1 = 3,92 \cdot 10^{21}$ ,  $n_4 = 4 \cdot 10^{20}$  ионов/см<sup>3</sup>,  $n_3 = n_5 = n_6 = n_7 = 0$ .



**Рисунок 2. – Квантовые выходы последовательной сенсбилизации ионов  $Er^{3+}$  при квазистационарном (а) и моноимпульсном (б) возбуждении**

Как видно, при разработке люминофоров для визуализации импульсного излучения малой длительности перспективны материалы, обеспечивающие наименьшие значения  $R(Yb - Er)$ , а для квазистационарного режима возбуждения имеется оптимальное значение этого параметра (по крайней мере для зелёной люминесценции). Различие в характере зависимостей  $\eta^{ап}(k)$  обусловлено тем, что при кратковременном возбуждении процесс сенсбилизации происходит в условиях непрерывного ослабления эффективности обратной передачи энергии на сенсбилизатор.

Таким образом, для повышения квантового выхода антистоксовой люминесценции рассматриваемых стекол наряду с удовлетворением отмеченным выше требованиям немаловажным представляется и поиск систем, обеспечивающих наименьшие расстояния сближения между ионами  $\text{Yb}^{3+}$  и  $\text{Er}^{3+}$ . Естественно также, что при прочих равных условиях предпочтение будут иметь стекла, обладающие более высокими значениями спектрального коэффициента Эйнштейна для абсорбционного перехода  ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$  ионов  $\text{Yb}^{3+}$ .

С точки зрения реализации малых  $R(\text{Yb}-\text{Er})$  интерес представляют стекла системы  $\text{TeO}_2-\text{WO}_3-\text{Ln}_2\text{O}_3$ , обеспечивающие  $R(\text{Ln}-\text{Ln}) \sim 3,8-4,0 \text{ \AA}$  [4]. Немаловажным представляется и то обстоятельство, что отсутствие в этих стеклах щелочных металлов обеспечивает повышенные значения эффективной силы химических связей структурного каркаса, поскольку увеличение этого параметра сопровождается уменьшением  $R(\text{Ln}-\text{Ln})$ , возрастанием  $R(\text{Ln}-\text{O})$ , уширением спектральных полос ионов лантаноидов и их смещением в коротковолновую сторону [5].

*Авторы признательны Г. Е. Малашкевичу за предоставленные для численного эксперимента данные.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Озель, Ф. Е. Материалы и устройства, использующие антистоксовые люминофоры с переносом энергии / Ф. Е. Озель // ТИИЭР. – 1973. – Т. 61, № 6. – С. 87–120.
2. Лазерные фосфатные стекла / Н. Е. Алексеев [и др.] ; под. ред. М. Е. Жаботинского. – М. : Наука, 1980. – 352 с.
3. Физико-химические и спектрально-люминесцентные характеристики активированных неодимом теллуридных стекол / Г. Е. Малашкевич [и др.] // ФХС. – 1987. – Т. 13, № 6. – С. 866–873.
4. Luminescence of borogermanate glasses activated by  $\text{Er}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions / G. E. Malashkevich [et al.] // J. Non-Cryst. Solids. – 2011. – Vol. 357. – P. 67–72.
5. Малашкевич, Г. Е. К вопросу о прогнозе синтеза активированных стекол с заданными спектральными характеристиками / Г. Е. Малашкевич, Н. Н. Ермоленко – Минск, 1984. – 16 с. – (Препринт / АН БССР. Ин-т физики ; № 323).

**А. А. КОЗИНСКИЙ**

УО БрГТУ (г. Брест, Республика Беларусь)

#### **МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕКСТОВ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ В API KERAS**

Задачи обработки естественного языка с помощью нейронных сетей включают методы, основанные на цифровом представлении текстов. Перечень таких задач



достаточно широк и включает: классификацию, генерацию и сегментацию текстов, распознавание и синтез речи и другие. Решения перечисленных задач широко используются в компьютерных переводчиках, автоматических диалоговых телеграмм-ботах, экспертных системах, антиспам средствах, голосовых помощниках и др. Несмотря на разнообразие классов задач, в большинстве случаев представление текста для нейросетевой обработки включает общие методы кодирования. Такое представление должно сокращать вычислительную сложность за счет уменьшения объема исходных данных, повышать степень их структурированности. Структурированность при этом подразумевает связь между родственными компонентами текста: словами, оборотами речи, предложениями и их последовательностями. Кроме того, основным требованием к представлению текста, по-прежнему является кодирование – его числовое представление.

Выполним обзор основных методов представления текста для последующей обработки с использованием нейронных сетей. В этом случае текст преобразуется в систему обработанных (очищенных) и структурированных данных, пригодных для применения методов машинного обучения. Такая целенаправленная система, подготовленная для загрузки на вход нейронной сети, получила название «dataset» [1].

В числе основных методов представления текста назовем токенизацию. Токенизация [2] представляет собой преобразование текста в последовательность индексов слов. Индекс слова – это целочисленный идентификатор из словаря частот. Словарь частот, как правило, составляется на основе текстов достаточного объема. Для подавляющего числа задач достаточно использовать словарь объемом 20 000 слов. Однако зачастую, например, в отдельных классификациях документооборота могут быть эффективно использованы словари объемом 1000 слов. Для токенизации в API Keras (см., например, [3]) используется класс `Tokenizer`, что позволяет представить ресурсоемкие операции в нескольких строках кода. Токенизация в целом сохраняет представление о последовательности слов в тексте. Во фрагменте 1 представлена последовательность операций для токенизации произвольного текста (здесь и ниже код приведен «схематически» и не включает необходимые библиотеки).

Фрагмент 1. Схема использования класса `Tokenizer`

```
train_text = "... токенизируемый текст может состоять из нескольких миллионов слов "
Max_Count = 20000 # Объем словаря
filters = '!"#$%&()*+,-./:;<=>?@[\\]^_`{|}~\t\n' # Символы для удаления из текста
tokenizer = Tokenizer(num_words=MaxCount, filters, lower=True, split=' ',
                      oov_token='unknown', char_level=False)
tokenizer.fit_on_texts(train_text) # train_text – текст для токенизации «скармливается»
# экземпляру tokenizer класса Tokenizer для обучения
index_text = list(tokenizer.word_index.items()) # Итоговый dataset представленный
# списком индексов
```

Результаты возможной токенизации могут быть продемонстрированы выполнением кода:

```
print(items[:120]) # 120 самых частых слов
```

```
print("Размер словаря", len(items)) # Длина словаря
```

Возможный вывод:

```
(['unknown', 1), ('и', 2), ('в', 3), ('не', 4), ('я', 5), ('что', 6), ('на', 7), ...  
Размер словаря 133070
```

Опыт автора показывает, что выполнение токенизации русскоязычного текста из 2,5 миллионов слов в сервисе Colaboratory [4] требует не более трех секунд.

Для извлечения лингвистических признаков текста используется метод Bag of words (BoW) [5]. BoW также опирается на словарь, однако не учитывает порядок слов в тексте, а опирается на факт их использования. BoW-представление не дает возможности обратного восстановления текста. Однако при таком моделировании схожие по смыслу тексты имеют похожие представления, так как опираются на подобные словарные наборы.

Для представления текста в виде BoW достаточно использовать метод `text_to_matrix` из класса `Tokenizer`, на вход которого подается текст для представления в BoW:

```
# Факт присутствия (отсутствия) слова в тексте отмечается 1 (0)  
# на месте соответствующего индекса вектора длиной MaxCount  
xBoW = tokenizer.texts_to_matrix(texts)  
print(xBoW [0, :20]) # Начало вектора xBoW
```

Возможным выводом является строка:

```
[0. 0. 1. 0. 1. 0. 1. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.]
```

Длина вектора `xBoW` соответствует длине словаря длиной `MaxCount`.

Следующий метод создания `dataset` для текстовых данных основан на использовании `Embedding`-слоя [2] библиотеки `Keras`. Указанный слой преобразует последовательность индексов, полученных при токенизации в плотные векторы фиксированного размера. `Embedding`-слой используется как первый слой модели нейронной сети. Во фрагменте 2 приведена схема нейронной сети с `Embedding`-слоем.

Фрагмент 2. Схема нейросети со слоем `Embedding`

```
model = Sequential()  
# Добавляем в модель Embedding-слой преобразующий  
# текст длины xLen, например, равный 100 словам в вектор размерности 25  
model.add(Embedding(MaxCount, 25, input_length=xLen))  
model.add(SpatialDropout1D(0.2))  
model.add(Flatten())  
model.add(BatchNormalization())  
# Другие слои нейронной сети  
model.add(Dense(10, activation='softmax'))  
# компиляция сети  
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy',  
              metrics=['accuracy'])
```

Рассмотренные методы представления текстов дают эффект при их разумном сочетании и, как правило, используются совместно в одной модели нейронной сети.

## ЛИТЕРАТУРА

1. IBM Documentation. What is data set? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/docs/en/zos-basic-skills?topic=more-what-is-data-set>. – Дата доступа: 02.01.2022.
2. Using pre-trained word embeddings in a Keras model [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.keras.io/using-pre-trained-word-embeddings-in-a-keras-model.html>. – Дата доступа: 02.01.2022.
3. Русскоязычная документация Keras [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru-keras.com/home/>. – Дата доступа: 02.01.2022.
4. Добро пожаловать в Colaboratory! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://colab.research.google.com/>. – Дата доступа: 02.01.2022.
5. A Gentle Introduction to the Bag-of-Words Model [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-bag-words-model/>. – Дата доступа: 02.01.2022.

**И. А. КОЛЕСНИКОВ, А. А. ГОЛУБ**

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

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА REACT NATIVE**

В наше время, когда прогресс не стоит на месте, огромную роль в жизни людей занимает использование мобильных телефонов и соответствующего программного обеспечения. Так как наибольшее распространение получили устройства, работающие под управлением операционной системы Android, то в данной статье будет рассмотрен процесс создания приложения для этой системы. В большинстве случаев такие приложения создаются в IDE «Android Studio» с использованием языков программирования Java, Kotlin и соответствующих SDK [1].

В статье будет рассмотрена разработка приложений с использованием фреймворка React Native. В качестве редактора программного кода использована программа Visual Studio Code (VS Code), которая разработана компанией Microsoft, распространяется бесплатно, имеет широкую известность, поддерживает работу с большими проектами и большинством языков программирования, имеет большое количество функций и плагинов, которые помогают разработчику в написании кода.

Фреймворк React Native предполагает использование в качестве языка программирования JavaScript. Изначально JavaScript предназначен для написания web-приложений, которые работают в браузерах Google Chrome, Yandex или Microsoft Edge, но фреймворк React Native позволяет разрабатывать приложения на языке JavaScript для мобильных устройств с операционными системами Android и iOS. [2-3].

Основные принципы работы приложений React Native практически идентичны принципам работы web-приложений React, за исключением того, что React Native управляет не браузерным DOM, а платформенными интерфейсными компонентами.

Кроме того, в отличие от web-приложений, сама программа, данные пользователя, и временная информация будут храниться в энергозависимой памяти устройства (в перезаписываемом разделе EEPROM) [4]. Далее описан процесс создания приложения React Native выводящего в центр экрана мобильного устройства надпись «Hello!!!».

```
import { StatusBar } from 'expo-status-bar';
import React from 'react';
import { StyleSheet, Text, View } from 'react-native';
export default function App() {
  return (
    <View style={styles.container}>
      <Text>Hello!!!</Text>
      <StatusBar style="auto" />
    </View>
  );
}
const styles = StyleSheet.create({
  container: {
    flex: 1,
    backgroundColor: '#fff',
    alignItems: 'center',
    justifyContent: 'center',
  },
});
```

Программный код разработчика на языке Java Script выполняется в фоновом потоке, и взаимодействует с платформенными API OS Android через асинхронную систему обмена данными, называемую Brige [5].

Преимущество использования JavaScript совместно с React Native в широком распространении web-приложений для браузеров, разработанных с использованием классического фреймворка React и возможности их адаптации для мобильных платформ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Android Studio [Electronic resource] // Android developers. – Mode of access: <https://developer.android.com/>. – Date of access: 19.02.2022.
2. Documentation for app developers [Electronic resource] // React developers. – Mode of access: <https://betterprogramming.pub/managing-api-requests-http-https-in-react-native-using-axios-9ebf75cbca9b>. – Date of access: 19.02.2022.
3. React Native Debugger [Electronic resource] // Debug. – Mode of access: <https://aboutreact.com/react-native-debugger/>. – Date of access: 19.02.2022.
4. Android memory: clear cache and app data [Electronic resource] // Composition of applications. – Mode of access: <https://miradmin.ru/android-cache-data/>. – Date of access: 19.02.2022.
5. React Native [Electronic resource] // Implementation. – Mode of access: [https://ru.wikipedia.org/wiki/React\\_Native](https://ru.wikipedia.org/wiki/React_Native). – Date of access: 19.02.2022.

N. G. KRYLOVA<sup>1</sup>, E. M. OVSIYUK<sup>2</sup>, A. V. IVASHKEVICH<sup>3</sup>, V. M. RED'KOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Belarusian state agrarian technical university (Minsk, Belarus)

<sup>2</sup>Mozyr State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin (Mozyr, Belarus)

<sup>3</sup>B.I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Science  
(Minsk, Belarus)

## MAXWELL ELECTRODYNAMICS IN MEDIA, GEOMETRY EFFECTS ON CONSTITUTIVE RELATIONS

**Introduction.** *The problems of constitutive relations in Maxwell electrodynamics, their possible form, its behavior under the motion of the reference frame, its connection with Special Relativity theory, interplay between constitutive relations and gravity are reviewed. The main accent in our treatment is the known possibility to simulate material media by geometrical methods.*

These problems have a long history. We can track interest to the problem in the huge literature that has been produced on this issue. Note that Gordon [1] was first seemed largely interested in trying to describe dielectric media by an effective metrics; Gordon tried to use a gravitational field to mimic a dielectric medium. The idea was taken up and developed by Tamm and Mandel'stam [2]–[4]; also see [5]–[19].

**Geometrical modeling of the constitutive relations in electrodynamics.** *The basic relations are as follows. Effective constitutive equation generated by the Riemannian geometry with metric  $g_{\alpha\beta}(x)$  have the form*

$$\begin{aligned} D^i &= \epsilon_0 \epsilon^{ik}(x) E_k + \epsilon_0 c \alpha^{ik}(x) B_k, \\ H^i &= \epsilon_0 c \beta^{ik}(x) E_k + \mu_0^{-1} (\mu^{-1})^{ik}(x) B_k. \end{aligned}$$

Four dimensionless  $(3 \times 3)$ -matrices  $\epsilon, \alpha, \beta, \mu^{-1}$  are not independent because they are bilinear functions of only 10 components of the symmetrical tensor  $g_{\alpha\beta}(x)$ :

$$\begin{aligned} \epsilon^{ik} &= \sqrt{-g}(g^{00}g^{ik} - g^{0i}g^{0k}), \quad \alpha^{ik} = +\sqrt{-g}g^{ij}g^{0l}\epsilon_{ljk}, \\ \beta^{ik} &= -\sqrt{-g}g^{0j}\epsilon_{jil}g^{lk}(x), \quad (\mu^{-1})^{ik} = 12\sqrt{-g}\epsilon_{imn}g^{ml}g^{nj}\epsilon_{ljk}(\mu^{-1})^{ik}. \end{aligned}$$

These tensors obey the following symmetry constraints:  $\epsilon^{ik} = +\epsilon^{ki}$ ,  $(\mu^{-1})^{ik} = +(\mu^{-1})^{ki}$ ,  $\beta^{ki}(x) = \alpha^{ik}$ ; so the  $(6 \times 6)$ -matrix defining constitutive equations is symmetrical. Metrical tensors which are the most interesting in the General relativity have a quasi-diagonal structure  $g_{0i}(x) = 0$ , and the corresponding constitutive relations simplify

$$\epsilon^{ik} = \sqrt{-g}g^{00} \begin{vmatrix} g^{11} & g^{12} & g^{13} \\ g^{21} & g^{22} & g^{23} \\ g^{31} & g^{32} & g^{33} \end{vmatrix}, \quad (\mu^{-1})^{ik} = \sqrt{-g} \begin{vmatrix} G^{11} & G^{12} & G^{13} \\ G^{21} & G^{22} & G^{23} \\ G^{31} & G^{32} & G^{33} \end{vmatrix},$$

where  $G^{ik}(x)$  stand for (algebraic) co-factors to the elements  $g^{ik}(x)$ . According to this, two tensor  $\epsilon(x)$  and  $\mu^{-1}(x)$  obey the following constraint

$$\epsilon(x)\mu^{-1}(x) = I.$$

Thus, the metric tensors with quasi-diagonal structure effectively describe media with following constitutive relations

$$D = -\epsilon_0\epsilon(x) E, \quad B = \mu_0\mu(x) H, \quad \mu(x) = -\epsilon(x),$$

$$(\epsilon^{ik})(x) = \sqrt{-g(x)} g^{00}(x) \begin{vmatrix} g^{11}(x) & g^{12}(x) & g^{13}(x) \\ g^{21}(x) & g^{22}(x) & g^{23}(x) \\ g^{31}(x) & g^{32}(x) & g^{33}(x) \end{vmatrix}.$$

**Conclusions.** Application of the Riemannian geometry permits to simulate effective media which constitutive equations are determined by the metrical structure of the Riemann spaces. Because there are known numerous Riemannian geometries, the number of such effective media is enormous as well.

#### REFERENCES

1. Gordon, W. Zur Lichtfortpflanzung nach der Relativitätstheorie / W. Gordon // Ann. Phys. Leipzig. – 1923. – Vol. 72. – P. 421–456.
2. Tamm, I. E. Elektrodinamika anizotropnoi sredy v spetsialnoi teorii otноситelnosti / I. E. Tamm // Zh. R, F, Kh. O, Fiz. dep. – 1924. – Vol. 56 (2–3). – P. 248–262.
3. Tamm, I. E. Kristallogoptika teorii otноситelnosti v svyazi s geometrii bikvadratichnoi formuy / I. E. Tamm // Zh. R, F, Kh. O, Fiz. dep. – 1925. – Vol. 54 (3–4). – P. 1.
4. Mandelstam, L. I. Elektrodinamik der anisotropen Medien und der speziellen Relativitätstheorie / L. I. Mandelstam, I. E. Tamm // Math. Annalen. – 1925. – Vol. 95. – P. 154–160.
5. Landau, L. D. Theoretical physics / L.D. Landau, E.M. Lifsjitz. – Moscow : Science, 1973. – Vol. 2 : Field theory.
6. Balazs, N. L. Effect of a gravitational field, due to a rotating body, on the plane of polarization of an electromagnetic wave / N. L. Balazs // Phys. Rev. – 1958. – Vol. 110. – P. 236–239.
7. Tomil'chik, L. M. Magnetic anisotropy as metrical property of space / L. M. Tomil'chik, F. I. Fedorov // Crystallography. – 1959. – Vol. 4 (4). – P. 498–504.
8. Post, E. Formal Structure of Electrodynamics. General Covariance and Electromagnetics / E. Post. – Amsterdam : North-Holland, 1962.
9. De Felice, F. On the gravitational field acting as an optical medium / F. De Felice // Gen. Relat. Grav. – 1971. – Vol. 2. – P. 347–357.
10. Bolotovskiy, B. M. Modern state of electrodynamics of moving media / B. M. Bolotovskiy, S. N. Stolyarov // Uspekhi Fizicheskikh Nauk. – 1974. – Vol. 114 (4). – P. 489–529.

11. Schleich, W. General relativity and modern optics / W. Schleich, M. O. Scully // New Trends in Atomic Physics, Les Houches, Session XXXVIII, 1982. – Eds.: G. Grynberg, R. Stora. – Amsterdam: North-Holland, 1984.
12. Hillion, P. Constitutive relations and Clifford algebra in electromagnetism / P. Hillion // Adv. Appl. Clifford Alg. – 1995. – Vol. 5. – P. 141–158.
13. Leonhardt, U. Space–time geometry of quantum dielectrics / U. Leonhardt // Phys. Rev. A. – 2000. – Vol. 62. – P. 012111.
14. De Lorenci, W. A. On optical black holes in moving dielectrics / W. A. De Lorenci, R. Klippert, Y. N. Obukhov // Phys. Rev. D. – 2003. – Vol. 68. – P. 061502.
15. Hehl, F. W. Linear media in classical electrodynamics and the Post constraint / F. W. Hehl, Y. N. Obukhov // Phys. Lett. A. – 2005. – Vol. 334. – P. 249–259.
16. Novello, M. Effective electromagnetic geometry / M. Novello, J. M. Salim // Phys. Rev. D. – 2001. – Vol. 63. – P. 083511.
17. Novello, M. Analog black holes in flowing dielectrics / M. Novello, S. Perez Bergliaffa, J. Salim // Class. Quant. Grav. – 2003. – Vol. 20. – P. 859–872.
18. Analog of the Fizeau effect in an effective optical medium / K. K. Nandi [et al.] // Phys. Rev. D. – 2003. – Vol. 67. – P. 025002.
19. Red'kov, V. M. Particle fields in Riemannian space and the Lorentz Group / V. M. Red'kov. – Minsk : Belarusian Science, 2009.
20. Spinor Maxwell equations in Riemannian space-time and the geometrical modeling of constitutive relations in electrodynamics / A. V. Ivashkevich [et al.] // Materials Physics and Mechanics. – 2020. – Vol. 45, № 1. – P. 104–131.

**Г. В. КУЛАК<sup>1</sup>, Т. В. НИКОЛАЕНКО<sup>1</sup>, О. В. ШАКИН<sup>2</sup>, К. Б. ДУБРОВСКАЯ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

<sup>2</sup>Государственный университет аэрокосмического приборостроения, (г. Санкт-Петербург, Россия)

### **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ ЭЙРИ АКУСТООПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**Введение.** В работе [1] рассмотрены особенности преобразования световых пучков Эйри-Гаусса (ЭГП) различными оптическими системами. При этом предлагается использовать хорошо разработанный в оптике *ABCD*-матричный метод [2]. Следует учитывать, что эйри-гауссов световой пучок описывает особенности поведения пучков с конечным значением энергии по сравнению с обычными пучками Эйри (ЭП).

При прохождении светового пучка Эйри через *ABCD* систему световое поле  $U_2(x_2)$  преобразуется в соответствии со следующим интегральным соотношением [2]:

$$U_2(x_2; \kappa_2, \delta_2, S_2, q_2) = Ai\left(\frac{x_2 + \delta_2}{\kappa_2}\right) \exp\left[is_2\left(\frac{x_2 + \delta_2}{\kappa_2}\right) + i\frac{1}{3}S_2^3\right] GB(x_2, q_2), \quad (1)$$

где  $Ai(\cdot)$  – функция Эйри,

$$GB(x_2, q_2) = \frac{1}{\sqrt{A + B/q_1}} \exp\left(\frac{ikx_2^2}{2q_2}\right);$$

выходные параметры  $\kappa_2, \delta_2, S_2, q_2$  эйри-гауссового пучка даются соотношениями

$$q_2 = \frac{Aq_1 + B}{Cq_1 + D}, \quad \kappa_2 = \kappa_1(A + B/q_1),$$

$$S_2 = S_1 + \frac{B}{2k\kappa_1\kappa_2} \cdot \delta_2 = \delta_1(A + B/q_1) - \frac{B}{2k\kappa_1}(S_1 + S_2), \quad (2)$$

где  $\kappa_1, \delta_1, S_1, q_1$  – входные параметры (ЭГП);  $k=2\pi/\lambda$  – волновое число световой волны.

### Теоретические результаты и обсуждение

Предположим, что пространственно модулированный ЭП с амплитудой  $U(x)$  дифрагирует на ультразвуковом пучке шириной  $l$  (см. рисунок 1).

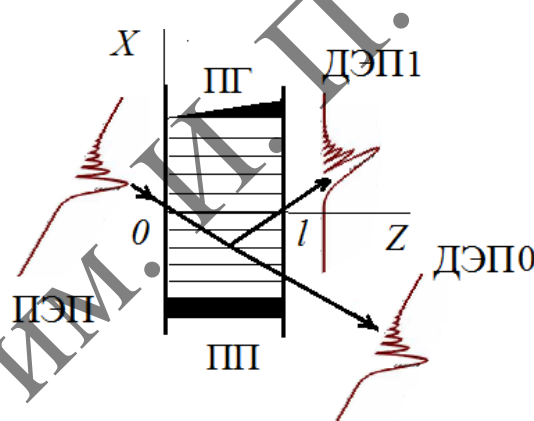


Рисунок 1. – Схема неколлинеарной АО дифракции ЭГП (ЭГП – пучок Эйри-Гаусса, ПП – пьезопреобразователь, ПГ – поглотитель, ПЭП – падающий ЭГП, ДЭП0 – дифрагированный ЭГП нулевого порядка, ДЭП1 – дифрагированный ЭГП первого порядка)

В приближении плоских волн  $ABCD$  матрица акустооптической (АО) ячейки для нулевого ( $M_0$ ) и первого ( $M_1$ ) дифракционного порядка имеет вид [2; 3]:

$$\hat{M}_0 = \begin{pmatrix} \cos(\chi z) & -\sin(\chi z) \\ \sin(\chi z) & \cos(\chi z) \end{pmatrix}, \quad \hat{M}_1 = \begin{pmatrix} \chi \sin(\chi z) & -\cos(\chi z) \\ \cos(\chi z) & \sin(\chi z)/\chi \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где  $\chi$  – коэффициент связи дифрагированных волн.

Тогда в выражениях (2) для нулевого дифракционного порядка следует полагать:



$$q_2 = \frac{\cos(\chi z)q_1 + \sin(\chi z)}{-\sin(\chi z)q_1 + \cos(\chi z)}, \quad \kappa_2 = \kappa_1(\cos(\chi z) + \sin(\chi z)/q_1),$$

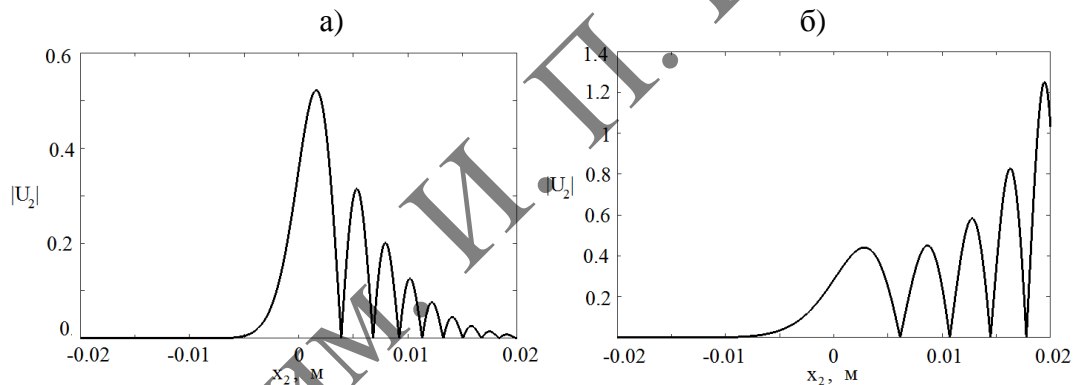
$$S_2 = S_1 + \frac{\sin(\chi z)}{2k\kappa_1\kappa_2}, \quad \delta_2 = \delta_1(\cos(\chi z) + \sin(\chi z)/q_1) - \frac{\sin(\chi z)}{2k\kappa_1}(S_1 + S_2) \quad (4)$$

и для первого дифракционного порядка

$$q_2 = \frac{-\chi \sin(\chi z)q_1 + \cos(\chi z)}{\cos(\chi z)q_1 + \sin(\chi z)/\chi}, \quad \kappa_2 = \kappa_1(-\sin(\chi z) + \cos(\chi z)/q_1),$$

$$S_2 = S_1 + \frac{\cos(\chi z)}{2k\kappa_1\kappa_2}, \quad \delta_2 = \delta_1(-\sin(\chi z) + \cos(\chi z)/q_1) - \frac{\cos(\chi z)}{2k\kappa_1}(S_1 + S_2). \quad (5)$$

На рисунке 2 представлены зависимости амплитуд дифрагированных световых пучков  $|U_2|$  нулевого (а) и первого (б) порядка от поперечной координаты  $x_2$ , рассчитанные с использованием выражений (1), (4) и (5). При этом полагалось, что падающий ЭГП получается из представленного на рисунке 2а, заменой координаты  $x_2$  на  $-x_2$ . Полагалось, что  $w_1 = \sqrt{2/k \operatorname{Im}(q_1^{-1})}$  ( $w_1$  – ширина гауссовой составляющей падающего светового пучка),  $\kappa_1 = w_1/6$ .



**Рисунок 2.** – Зависимость амплитуды дифрагированного светового пучка  $|U_2|$  от поперечной координаты  $x_2$  для нулевого (а) и первого (б) дифракционного порядка ( $\lambda=0,63$  мкм,  $\delta_1=0$ ,  $S_1=0$ ,  $w_1=10^{-2}$  м,  $z=l=10^{-2}$  м,  $\chi=10^2\pi$  (а),  $\chi=10^2\pi/2$  (б))

Из рисунка 2 следует, что ЭГП в нулевом дифракционном порядке имеют обычную форму в соответствии с поведением функции Эйри  $\operatorname{Ai}(\cdot)$ . Для дифрагированного светового пучка первого порядка имеют место значительные изменения формы ЭГП. При этом амплитуда пучка, в отличие от пучка нулевого порядка, достигает максимального значения при  $x_2 > 0$ .

**Закключение.** Предложен *ABCD* – метод расчета дифрагированных на ультразвуке световых эйри-гауссовых пучков в режиме Брэгга. Исследовано преобразование эйри-гауссовых световых пучков акустооптическим методом. Показано, что в условиях брэгговской дифракции на ультразвуке дифрагированный световой пучок нулевого порядка испытывает инверсию поперечного распределения по сравнению с падающим эйри-гауссовым пучком, сохраняя свою форму. Дифрагированный световой пучок первого порядка испытывает значительные изменения формы по сравнению с падающим пучком.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bandres, M. A. Airy-Gauss beams and their transformation by paraxial optical systems / M. A. Bandres, J. C. Gutierrez-Vega // Optics Express. – 2007. – V. 15, № 25. – P. 16727–16736.
2. Джерард, А. Введение в матричную оптику / А. Джерард, Дж. М. Бёрч. – М. : Мир, 1978. – 341 с.
3. Балакший, В. Н. Физические основы акустооптики / В. Н. Балакший, В. Н. Парыгин, Л. Е. Чирков. – М. : Радио и связь, 1985. – 279 с.

**М. Ж. КЫЛЫЧМУРАДОВА, А. Ж. ДОСМУХАНОВА, А. К. ЖУБАЕВ**  
 АРУ им. К. Жубанова (г. Актобе, Республика Казахстан)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕССБАУЭРОВСКОГО СПЕКТРА ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\alpha$ -Fe(Sn)

Бинарная система Fe-Sn характеризуется наличием на диаграмме состояния с повышением температуры областей существования твердого раствора олова в железе  $\alpha$ -Fe(Sn) с различными интерметаллическими соединениями [1]. Поэтому система Fe-Sn является одной из немногих систем, которую можно использовать как модельную для получения термически стабильного покрытия, состоящего из интерметаллида на подложке, представляющего собой твердый раствор.

При температуре 1100°C область  $(\gamma\text{Fe})+(\alpha\text{Fe})$  ограничена концентрациями 0,71 и 1,29 % ат. Sn [2]. Растворимость Sn в  $\alpha$ -Fe [1] максимальна (9,2 % ат.) при 900°C и уменьшается до 3,2 % ат.Sn (при 600°C).

В сплавах системы существует пять интерметаллических соединений: Fe<sub>3</sub>Sn, Fe<sub>5</sub>Sn<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>Sn<sub>2</sub>, FeSn, FeSn<sub>2</sub>. Параметры мессбауэровских спектров на ядрах <sup>57</sup>Fe приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Параметры мессбауэровских спектров интерметаллических соединений бинарной системы Fe-Sn

Фаза	Соотношение позиций в фазе	$\delta$ , мм/с	$\varepsilon$ , мм/с	$H_n$ , кЭ	Ссылка
FeSn <sub>2</sub>		0.51±0.01	–	113±1	[3]
FeSn	1	0.68±0.02	–0.225±0.020	101.4±1.5	[4]
	1			113.6±1.5	
	1			120.9±1.5	
Fe <sub>3</sub> Sn <sub>2</sub>		0.37±0.01	0.105±0.020	196±3	[5]
Fe <sub>5</sub> Sn <sub>3</sub>	1	0.10±0.01	–	171±3	[6]
	1	0.20±0.01		231±3	
	2	0.23±0.01		185±3	
Fe <sub>3</sub> Sn		0.35±0.04	0.145±0.060	254±5	[7]

В твердом растворе  $\alpha$ -Fe(Sn) в ближайшем окружении атома Fe находится 8 соседних атомов. Если предположить, что атомы Sn могут равновероятно замещать позиции атомов Fe из ближайшего окружения, то можно рассчитать вероятность появления  $m$  атомов Sn в ближайшем окружении атома Fe, используя биномиальное распределение

$$P(m; C_{\text{Sn}}) = \frac{8!}{m!(8-m)!} C_{\text{Sn}}^m (1 - C_{\text{Sn}})^{8-m}.$$

При этом каждой конфигурации ближайшего окружения соответствует свой парциальный спектр. Замещение атома железа на атом олова приводит к уменьшению поля. В работе [8] определены изменения сверхтонкого магнитного поля и изомерного сдвига при замещении одного атома Fe атомом Sn в первой координационной сфере атома железа в твердом растворе при различной концентрации примеси в растворе. В среднем наблюдается уменьшение сверхтонкого поля на  $22,15 \pm 0,14$  кЭ.

Используя программный комплекс MStools [9], по методике [10] были смоделированы мессбауэровские спектры ядер Fe при замещении атомов железа атомами примеси (рисунок 1). При этом принято изменение  $\Delta H = 22$  кЭ.

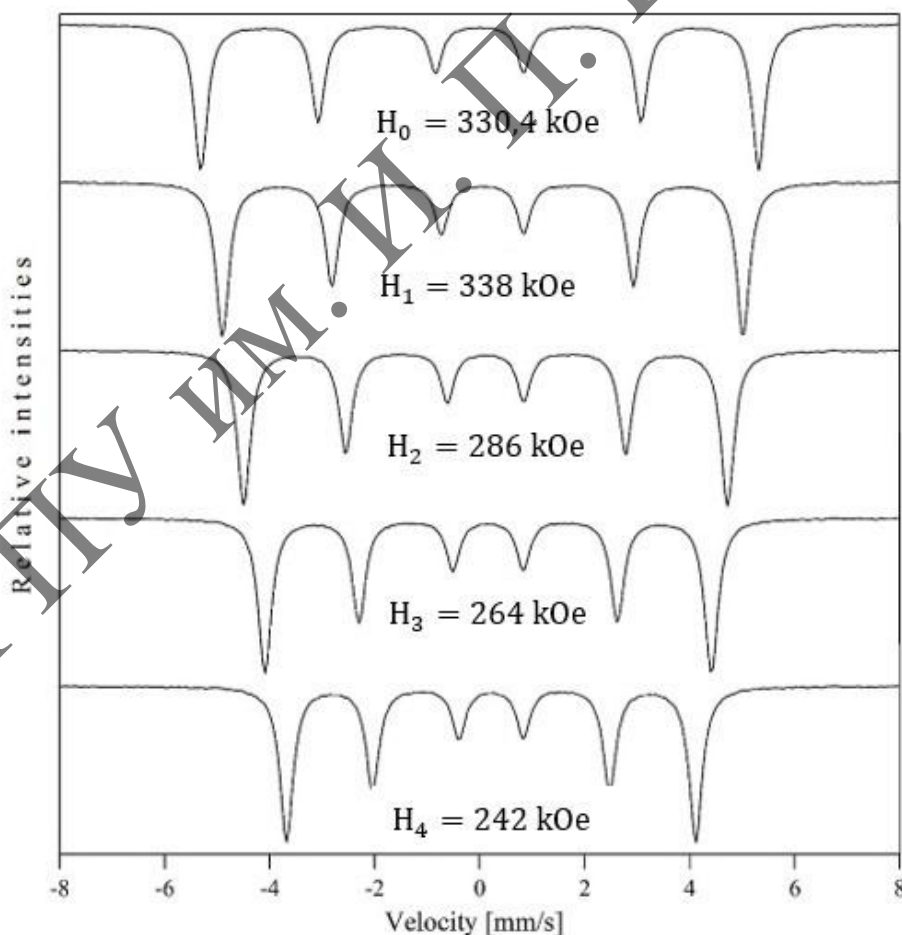


Рисунок 1. – Моделированные мессбауэровские спектры ядер  $^{57}\text{Fe}$  с  $m=0,1,2,3,4$  атомами примеси в ближайшем окружении атома железа

Были вычислены относительные интенсивности  $I(m)$  всех парциальных спектров для твердых растворов Fe-2.1 % ат. Sn, Fe-2.5 % ат. Sn, Fe-5 % ат. Sn, Fe-7.8 % ат. Sn. Используя методику [11], были смоделированы мессбауэровские спектры твердого раствора  $\alpha$ -Fe(Sn) с различной концентрацией атомов Sn (рисунок 2).

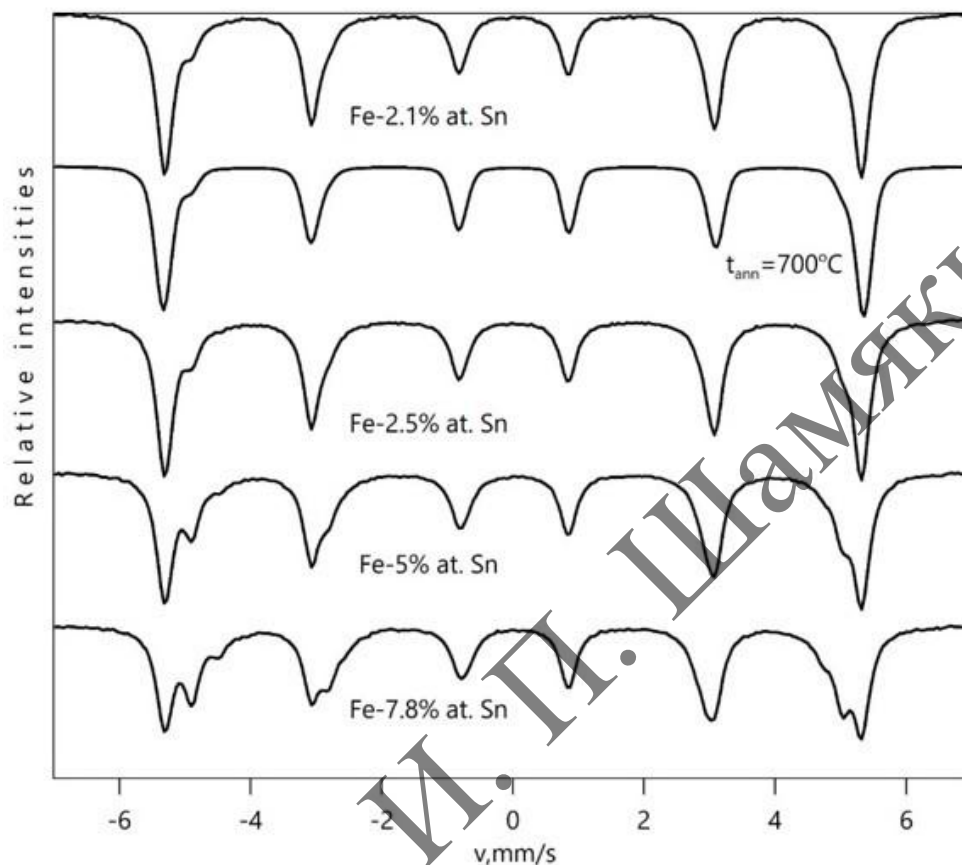


Рисунок 2. – Сравнение моделированных спектров и парциального спектра твердого раствора  $\alpha$ -Fe(Sn)

На рисунке 2 приведен парциальный спектр твердого раствора  $\alpha$ -Fe(Sn), выделенный из экспериментального спектра слоистой системы Sn(4 мкм)-Fe(10 мкм) после отжига при температуре 700 °С в течение 5 ч. Сравнение моделированных спектров с экспериментальными спектрами показывает хорошую корреляцию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лякишев, Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем : справочник : в 3 т. / Н. П. Лякишев. – М. : Машиностроение, 1997. – 1024 с.
2. Speight, E. A. // Met. Sci. J. – 1972. – Vol. 6, № 3. – P. 57.
3. Le Caer G. et al // J. Phys. F: Met. Phys. – 1985. – Vol. 15. – P. 1813.
4. Kulshreshtha, S. K., Raj, P. // J. Phys. F: Met. Phys. – 1981. – Vol. 11. – P. 281.
5. Ichiba, S., Sakai, H., Negita, H. // Bulletin of the Chemical Society of Japan. – 1968. – Vol. 41, № 11. – P. 2791.
6. Yamamoto, H. // J. Phys. Soc. Japan. – 1966. – Vol. 21, № 6. – P. 1058.
7. Djega-Mariadassou C. et al // Nuovo Cimento. – 1966. – Vol. 46, № 1. – P. 35.

8. Vincze, I., Aldred, A. T. // Phys. Rev. B. – 1974. – Vol. 9, № 9. – P. 3845.
9. Русаков, В. С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем / В. С. Русаков. – Алматы : ИЯФ НЯЦ РК, 2000. – 437 с.
10. Zhubaev, A. K., Mukhanbetzhan, T. S., Yerezhepova, S. K. // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. – 1281 (2019) 012097.
11. Zhubaev, A. K., Suleimanov, B. Zh. // Известия вузов. Физика. – 2018. – Т. 61, № 8/2. – С. 151–154.

**С. А. ЛУКАШЕВИЧ, Е. Б. ШЕРШНЕВ, В. А. ДУБОВСКАЯ**  
 УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТРОПИИ ОБРАЗЦА ИЗ НЕСКОЛЬКИХ АТОМОВ, ОБЛАДАЮЩИХ МАГНИТНЫМИ МОМЕНТАМИ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ**

Рассмотрим образец из  $N$  атомов, обладающих магнитными моментами. Пусть спиновый магнитный момент  $m_s$  каждого атома равен  $1/2$ . Как известно из термодинамики, при очень низких температурах такая система является ферромагнетиком, поскольку при  $T \rightarrow 0$  все спины выстраиваются в одном направлении. Наоборот, при достаточно высоких температурах они ориентированы беспорядочно.

Пренебрегая всеми степенями свободы, за исключением спиновой, попробуем определить энтропию данной системы методами статистической физики и термодинамики, выразив её в последнем случае через теплоёмкость и спиновую температуру.

В данном случае исследуем проблему ферромагнетизма, воспользовавшись так называемой моделью (решёткой Изинга), которая может быть применена и к другим вопросам, например, к антиферромагнетизму, проблеме перехода порядок  $\leftrightarrow$  беспорядок в бинарных сплавах, к проблеме конденсации газа. Под моделью Изинга понимаем правильную кристаллическую решетку, узлы которой могут по некоторому признаку (направлению спина, занятости разными атомами и т.д.), находиться в одном из двух возможных альтернативных состояний; при этом учитывается только парное взаимодействие соседних узлов решётки.

Рассмотрим проблему ферромагнетизма в модели Изинга. Как известно, в статической физике энтропию определяют следующим образом.

$$S = k \ln W(n_i),$$

где  $n_i$  – среднее число частиц в  $i$ -ом состоянии, а  $W(n_i)$  – число всевозможных способов реализации системы из совокупностей частиц  $n_i$ , ( $i = 1, 2, \dots$ ).

Пусть число атомов с прямой и противоположной ориентацией спинов будет равно  $n_1$  и  $n_2$ , тогда

$$n_1 + n_2 = N,$$

где  $N$  – полное число узлов решетки. Число способов реализации состояний  $n_1$  по  $N$  узлам решётки, или термодинамическая вероятность, равна

$$W(n_i) = \frac{N!}{n_1! n_2!}.$$

Так как  $n_i \gg 1$ , то можно воспользоваться формулой Стирлинга

$$\ln n! = n(\ln n - 1).$$

Если рассматривать спины как взаимодействующие (за счёт введения молекулярного поля), то энтропия спиновой системы в данном случае будет иметь вид

$$\begin{aligned} S &= k \ln W(n_i), = k[N \ln N - (n_1 \ln n_1 + n_2 \ln n_2) - N + (n_1 + n_2)] = \\ &= -k \sum n_i \frac{n_i}{N}. \end{aligned}$$

В нашем случае  $i=1,2$ , и мы получим следующую формулу для энтропии спиновой системы

$$S = -k \left( n_1 \frac{n_1}{N} + n_2 \frac{n_2}{N} \right). \quad (1)$$

Однако энтропию можно определить и другим способом. Опытным путем было установлено, что если количество тепла, сообщаемое системе в каждой точке любого непрерывного процесса, разделить на температуру  $T$  и проинтегрировать полученное отношение, то результат оказывается независимым от пути интегрирования. Поскольку в физике инварианты играют большую роль, то приведем эту формулу:

$$S_T = \int_0^T \frac{dQ}{T} = \int_0^T \frac{CdT}{T}, \quad (2)$$

где  $C$  – теплоёмкость системы или образца. Отметим еще одну сторону теплоёмкости, зависящей от температуры  $C(T)$ , и рассмотрим определение энтропии для ферромагнетика без учета конкретной зависимости  $C$  от  $T$ .

При температуре  $T \rightarrow 0$  все спины принимают одинаковую ориентацию. В результате этого энергия состояния с одинаковой ориентацией оказывается ниже, чем энергия состояния с хаотической ориентацией. Следовательно,  $n_1 = N$ , а  $n_2 = 0$  и из (1) получаем, что  $S_0 = 0$ . В данном случае переход молекул из хаотического в регулярное состояния при низких температурах происходит очень медленно. Такое состояние будет реализующим состоянием с наименьшей энергией.

Состояние  $S_0 = 0$  при  $T \rightarrow 0$  впервые было установлено Нернстом и получило название третьего начала термодинамики или тепловой теоремы Нернста. Оно было введено не статически, а на основе анализа экспериментальных данных, в частности, по тепловым эффектам химических реакций при низких температурах.

Отметим также, что третье начало термодинамики тесно связано с квантовым характером системы. Если бы рассматриваемая нами система подчинялась законам классической физики, то энтропия этой системы изменялась бы непрерывно. Поэтому, как бы ни была низкой температура  $T$ , энергия теплового движения  $kT$ , которая имеется в системе, была бы бесконечно велика по сравнению с бесконечно малым расстоянием, на которое разделены энергетические уровни в классической системе. Конечному интервалу энергии  $kT$  соответствовало бы бесконечно большое число возможных состояний  $W(n_i)$ .

Квантовый характер реальных систем, весьма слабо проявляющийся при высоких температурах, приобретает первостепенное значение при очень низких температурах [1].

При  $T \rightarrow \infty$  спины ориентированы беспорядочно, и  $n_1 = n_2 = \frac{N}{2}$ . В этом случае:

$$S_{\infty} = -kN \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) = kN \ln 2. \quad (3)$$

Состояние с хаотическим распределением ориентацией спинов является метастабильным состоянием. В случае беспорядочного расположения спинов каждая молекула будет находиться в двух состояниях, отличающихся только разной ориентацией. Если система содержит  $N$  молекул, то полное число состояний равно  $W = 2^N$ .

Учитывая выражения (2) и (3), запишем, что

$$S_{\infty} = \int_0^{\infty} \frac{c(T) dT}{T} = kN \ln 2.$$

Энтропия система отлична от нуля, причём её величина близка к теоретической.

В заключение отметим, что предлагаемый метод позволяет в рамках курса общей физики продемонстрировать определение энтропии некоторого образца из  $N$  атомов, которые обладают магнитными моментами, выразив энтропию через теплоемкость и спиновую температуру.

Одновременно укажем, что третье начало термодинамики имеет очень большое значение для нахождения значений термодинамических величин. Но при его практическом применении необходимо, однако, иметь в виду, что оно относится только к системам, находящимся в равновесном состоянии, и неприменимо к метастабильным системам. В нашем случае такой равновесной системой является ферромагнетик, который обладает магнитными спиновыми моментами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Левич, Т. В., Курс теоретической физики. / Т. В. Левич. – М. : Наука, 1969. – Т. 1. – 912 с.
2. Терлецкий, Я. П. Статистическая физика : учеб. пособие / Я. П. Терлецкий. – 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 1994. – 352 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – 5-е изд., испр. – М. : Физматлит, 2005. – Т. 2. – 544 с.

С. А. ЛУКАШЕВИЧ, Е. Б. ШЕРШНЕВ, Н. В. ЛУКАШЕВИЧ  
УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

## ИЗЛУЧЕНИЕ ОСЦИЛЛЯТОРА, СОВЕРШАЮЩЕГО КОЛЕБАНИЯ С МАЛОЙ АМПЛИТУДОЙ

При изучении оптики рассматривается спектр излучения изолированного атома, изучается классическая модель излучателя. Простейшей классической моделью излучателя является электрон, который колеблется около положения равновесия по гармоническому закону. Рассматривая уравнение свободных колебаний точечного заряда с учетом сил торможения, можно определить зависимость смещения заряда от положения равновесия с учетом собственной частоты колебаний и вынужденной силы торможения.

В данной работе на основе дифференциальных уравнений найдем амплитуду колеблющегося заряда, его скорость, а также полную энергию колебания.

Рассмотрим некоторый точечный заряд, который совершает колебания вдоль оси  $OZ$  под действием квазиупругой внешней силы  $F = -m\omega^2 Z$ . При этом никакие другие внешние силы не действуют. Но надо учитывать силу, обусловленную торможением, равную

$$f = \frac{2}{3} \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c^3} q^2 \ddot{Z}. \quad (1)$$

Осциллятор будет совершать медленно затухающие колебания, так как предполагается, что амплитудное значение квазиупругой силы во много раз больше амплитудного значения  $f$ . Тогда положим, что

$$f \approx -\frac{2}{3} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 c^3} \omega_0^2 \dot{Z} = -\gamma \dot{Z}, \quad (2)$$

где

$$\gamma = \frac{2}{3} \frac{q^2 \omega_0^2}{4\pi\epsilon_0 c^3 m}. \quad (3)$$

Теперь дифференциальное уравнение колебания заряда  $q$ , связанного с точечной массой, и с учётом (2) запишем в виде

$$\ddot{Z} + \gamma \dot{Z} + \omega_0^2 Z = 0. \quad (4)$$

Откуда решение этого уравнения запишется в виде

$$Z(t) = A \cos(\omega' t - \psi), \quad (5)$$

где  $\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\gamma^2}{4}}$ , а  $\psi$  – начальная фаза,  $A$  – амплитуда колебания.



Скорость:

$$\dot{Z}(t) = -\omega_0 A \sin(\omega' t - \psi + \sigma), \quad (6)$$

где

$$\sin \sigma = \frac{\gamma}{2\omega_0}, \quad \cos \sigma = \frac{\omega'}{\omega_0}. \quad (7)$$

Если  $\dot{Z}(0) = 0$ , то  $\psi = \sigma$  и

$$Z(0) = A \cos \sigma = \frac{A\omega'}{\omega_0}. \quad (8)$$

В таком случае энергия, запасённая в осцилляторе, в момент времени  $t = 0$  равна

$$W = \frac{m\omega_0^2 Z^2(0)}{2} = \frac{m\omega_0^2 A^2 \cos^2 \sigma}{2} = \frac{m\omega'^2 A^2}{2}. \quad (9)$$

Замена в (2)  $\ddot{Z} \rightarrow \omega_0^2 \dot{Z}$  предполагает малость  $\gamma$  по сравнению с  $\omega_0$ , поэтому во всех последующих соотношениях будем пренебрегать величинами порядка  $\frac{\gamma}{\omega_0}$  по сравнению с единицей. При этом

$$\sigma \rightarrow 0, \quad Z(0) \rightarrow A, \quad \omega' \rightarrow \omega_0, \quad W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}. \quad (10)$$

Найдем электромагнитную энергию, излучаемую осциллятором в процессе колебания. Для этого необходимо определить поток энергии через сферическую поверхность на достаточно большом расстоянии от осциллятора, то есть в волновой зоне ( $r \gg \lambda$ ).

Для волновой зоны колеблющегося точечного заряда запишем напряженность электрического и индукцию магнитного полей

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 c^2 r^3} (\vec{r} \times (\vec{r} \times \vec{V})), \quad \vec{B} = -\frac{\mu_0 q}{4\pi c r^2} (\vec{r} \times \vec{V}). \quad (11)$$

В сферической системе координат эта величина равна:

$$E_0 = \frac{\sin \theta}{4\pi\epsilon_0 c r} q \ddot{Z} \left( t - \frac{r}{c} \right), \quad B_\alpha = \frac{\mu_0 \sin \theta}{4\pi c r} \dot{Z} \left( t - \frac{r}{c} \right). \quad (12)$$

Тогда излучаемая в единицу времени энергия равна

$$\iint_{\sigma} (\vec{E} \times \vec{H}) d\vec{\sigma} = \frac{q^2 \ddot{Z}^2 2\pi}{16\pi^2 c^3 \epsilon_0} \int_0^\pi \sin^2 \theta d\theta = \frac{q^2 \ddot{Z}^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}. \quad (13)$$

Энергия, излучаемая за все время от  $t = 0$  до  $t = \infty$ , равна

$$W_{\text{изл}} = \frac{q^2}{6\pi\epsilon_0 c^3} \int_0^\infty \ddot{Z}^2(t') dt'; t' = t - \frac{r}{c}. \quad (14)$$

Если  $t < 0$ , то  $\ddot{Z}(t) = 0$ , поэтому  $\ddot{Z}\left(t - \frac{r}{c}\right)$  обращается в нуль при  $t' < \frac{r}{c}$ , то есть при  $t' < 0$ . В дальнейшем штрих писать не будем.

Вычисление временных интегралов вида (14) в дальнейшем будем проводить, применяя описание колебаний с помощью комплексных величин. При этом  $\theta(t) = 0$  при  $t < 0$  и  $\theta(t) = 1$  при  $t > 0$ .

$$Z(t) = Ae^{-i\omega_0 t \theta(t)}, \quad (15)$$

$$Z^{(R)}(t) = \text{Re}Z(t) = Ae^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos \omega_0 t \theta(t). \quad (16)$$

Для  $\ddot{Z}(t)$  получаем из (15)

$$\ddot{Z}(t) = -(\omega_0 - i\gamma)^2 Z(t) \approx -\omega_0^2 Z(t). \quad (17)$$

Интегрируя по времени, получим

$$\int_0^\infty \left(Z^{(R)}(t)\right)^2 dt = \frac{1}{4} \int_0^\infty (Z(t)Z(t) + Z^*(t)Z^*(t)) dt + \frac{1}{2} \int_0^\infty Z(t)Z^*(t) dt. \quad (18)$$

Первый интеграл в правой части выражения (18) порядка  $\frac{A^2\gamma}{\omega_0^2}$ , второй порядка  $\frac{A^2}{\gamma}$ , т. е. их отношение порядка  $\left(\frac{\gamma}{\omega_0}\right)^2$ .

В дальнейшем интегралами типа первого интеграла в правой части (18) будем пренебрегать. Тогда получим, что

$$\int_0^\infty \left(Z^{(R)}(t)\right)^2 dt = \frac{1}{2} \int_0^\infty Z(t)Z^*(t) dt = \frac{a^2}{2\gamma}. \quad (19)$$

Энергия, излучаемая осциллятором согласно (14) с учётом (15)-(17), (19) и (3) в этом случае равна

$$W_{\text{изл}} = \frac{q^2 \omega_0^2}{6\pi\epsilon_0 c^3} \frac{A^2}{2\gamma} = \frac{\omega_0^2 m A^2}{2}, \quad (20)$$

т. е. излучённая энергия равна энергии, запасённой в осцилляторе к началу колебательного процесса.

Отметим, что при более точном расчёте, с учётом сдвига фаз  $\sigma$  и частоты  $\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \left(\frac{\gamma}{2}\right)^2}$ , получим для  $Z(t)$ , согласно (5) при  $\psi = \sigma$ :

$$\ddot{Z}(t) = -\omega_0^2 A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos(\omega' t - \sigma). \quad (21)$$

На основании точного интегрирования, получим

$$\int_0^\infty (\ddot{Z}(t))^2 dt = \omega_0^4 A^2 \int_0^\infty e^{-\gamma t} \cos^2(\omega' t + \sigma) dt = \frac{2A^2}{\gamma} \omega_0^2 \omega'^2. \quad (22)$$

При этом для полной излучаемой энергии получим

$$W_{\text{изл}} = \frac{\omega'^2 m A^2}{2}, \quad (23)$$

что соответствует выражению (9).

На основе рассмотренных дифференциальных уравнений показано, что амплитуда колеблющегося заряда с учетом силы торможения изменяется по экспоненциальному закону. Полная энергия, излучаемая при колебаниях точечного заряда с малой амплитудой зависит от квадрата амплитуды и вынужденной частоты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, А. Н. Оптика / А. Н. Матвеев. – М.: Высшая школа, 1985. – 353 с.
2. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг. – 6-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
3. Гапонов, А. В. Излучение ансамбля нелинейных лсцилляторов / А. В. Гапонов // Журнал эксперимент. и теорет. физики, 39. – 1980. – № 2 (8). – 326 с.

**А. Е. ЛЮЛЬКИН**

БГУ (г. Минск, Беларусь)

#### **ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНОМ УРОВНЕ**

На основе моделирования неисправностей могут быть практически решены различные задачи диагностики цифровых устройств. Моделирование неисправностей состоит в вычислении выходных реакций схемы с соответствующими неисправностями на заданные входные воздействия. Учитывая высокую трудоемкость решения задачи моделирования неисправностей, разработаны различные методы повышения эффективности вычислительного процесса моделирования неисправностей: параллельное моделирование неисправностей, дедуктивное моделирование, событийное моделирование и др. [1–3]. Необходимо отметить, что указанные методы, в основном, ориентированы на повышение эффективности моделирования константных неисправностей в схемах из функциональных элементов. Однако проблема моделирования

неисправностей возникает и при решении задач диагностики интегральных КМОП-схем, представленных на переключательном уровне (уровень транзисторов [3]), что обусловлено тем, что ряд характерных для КМОП-схем неисправностей (например, неисправности типа обрыва транзистора) не описываются моделью константных неисправностей в схеме, представленной на уровне функциональных элементов.

Рассмотрим математический аппарат для параллельного моделирования в алфавите  $V_7=\{0,1,u,0^{\cdot},1^{\cdot},u^{\cdot},z\}$  переключательной КМОП-структуры, содержащей транзисторы р-типа и n-типа как в исправном состоянии, так и с неисправностями. Здесь  $u$  – неопределенное значение сигнала;  $0^{\cdot}$ ,  $1^{\cdot}$ ,  $u^{\cdot}$  – емкостные сигналы 0, 1 и неопределенное значение;  $z$  – состояние высокого импеданса.

Моделирование переключательной КМОП-схемы выполняется с учетом единичных задержек транзисторов. Для представления символов алфавита  $V_7$  используются тройки булевых значений  $(s,h,a)$  следующим образом:  $0 \rightarrow (000)$ ,  $1 \rightarrow (001)$ ,  $u \rightarrow (010)$ ,  $0^{\cdot} \rightarrow (100)$ ,  $1^{\cdot} \rightarrow (101)$ ,  $u^{\cdot} \rightarrow (110)$ ,  $z \rightarrow (-11)$ . Для представления  $m$  значений, заданных в алфавите  $V_7$ , на  $i$ -й линии схемы будем использовать три булевых вектора  $a^i=(a^i_1, \dots, a^i_j, \dots, a^i_m)$ ,  $h^i=(h^i_1, \dots, h^i_j, \dots, h^i_m)$  и  $s^i=(s^i_1, \dots, s^i_j, \dots, s^i_m)$ , где тройка  $(s^i_j, h^i_j, a^i_j)$  описывает значение сигнала на  $i$ -й линии  $j$ -го экземпляра схемы так, как было указано выше. В качестве модели транзистора n-типа будем использовать функциональный элемент с несимметричными входами [3]. В [3] приведена таблица истинности реализуемой элементом функции. Функционирование элемента описывается в алфавите  $V_7$ . Вход  $x$  соответствует затвору транзистора,  $y$  – истоку транзистора, выход  $f$  – стоку транзистора. Аналогично сигнал на затворе может принимать любое значение из  $V_7$ . Это существенное отличие от моделей, использовавшихся при направленном построении тестов, когда можно ограничиться выбором определенных значений сигналов в узлах схемы при нахождении условий образования существенных путей. Похожим образом транзистор р-типа также можно представить функциональным элементом [3]. Логическая функция, реализуемая в узле, в который поступают сигналы с нескольких линий, представляется соединителем [3] (для случая двух линий).

Учитывая таблицы истинности функций, реализуемых функциональными элементами, моделирующими транзисторы n-типа и р-типа и соединение [3], можно записать аналитические выражения для вычисления вектора значений сигналов на выходе элемента по векторам значений сигналов на его входах:

1) функциональный элемент для транзистора n-типа

$$\begin{aligned} s^f &= (h^x \oplus a^x) s^y \neg a^y, \\ h^f &= h^x \vee \neg a^x \vee h^y \vee a^y, \\ a^f &= \neg (s^x h^x a^x \vee h^y s^y) a^y \vee [ \neg (h^x \vee a^x) \vee \neg s^x h^x a^x ] \neg (s^y h^y a^y), \end{aligned}$$

2) функциональный элемент для транзистора р-типа

$$\begin{aligned} s^f &= [s^x h^x h^y a^y \vee s^y (h^y \oplus a^y)] \neg a^x, \\ h^f &= h^x \vee a^x \vee h^y \vee \neg a^y, \\ a^f &= \neg (h^x \vee a^x) \vee \neg (a^x \vee h^y \vee a^y) \vee \neg s^y h^y a^y \neg (s^x a^x) \vee \neg (s^x \vee h^y) (a^x \vee \neg a^y) \end{aligned}$$

$$\vee a^x \rightarrow (s^x h^x \vee s^y a^y),$$

3) соединитель

$$\begin{aligned} \underline{s}^f &= \underline{s}^x \underline{s}^y \underline{h}^y \underline{a}^y \overline{\underline{h}^x \underline{a}^x} \vee \underline{s}^y \underline{h}^y \underline{a}^y (\underline{s}^x \oplus \underline{h}^x \underline{a}^x), \\ \underline{h}^f &= \left( \underline{s}^x \oplus \underline{s}^y \right) \left( \left( \underline{a}^x \vee \underline{h}^y \right) \underline{a}^y \vee \left( \underline{h}^x \vee \underline{a}^y \right) \underline{a}^x \right) \vee \\ &\vee \left( \left( \underline{h}^x \vee \underline{s}^y \right) \vee \underline{s}^x \underline{h}^x \underline{a}^x \right) \underline{h}^y \underline{a}^y \vee \underline{h}^x \underline{a}^x \underline{s}^y \& \\ &\& \underline{h}^y \underline{a}^y \vee \underline{h}^x \left( \underline{s}^x \vee \underline{a}^x \right) \underline{s}^y \underline{h}^y \underline{a}^y \vee \underline{s}^x \underline{a}^x \& \\ &\& \left( \underline{h}^x \underline{s}^y \underline{a}^y \vee \left( \underline{s}^y \vee \underline{a}^y \right) \right) \underline{h}^y, \\ \underline{a}^f &= \underline{a}^x \left( \underline{a}^y \left( \underline{s}^x \underline{h}^x \vee \underline{s}^y \underline{h}^y \right) \vee \underline{s}^y \left( \underline{s}^x \vee \underline{h}^x \vee \underline{h}^y \underline{a}^y \right) \right) \vee \\ &\vee \underline{s}^x \underline{a}^y \left( \underline{s}^y \vee \underline{h}^y \vee \underline{h}^x \underline{a}^x \right). \end{aligned}$$

В этом случае параллельное моделирование  $m$  экземпляров схемы сводится к последовательному вычислению векторов  $a^i$ ,  $h^i$  и  $s^i$  для всех линий схемы на основе простых итераций.

Рассмотрим сейчас модификацию приведенных формул, позволяющую вносить в отдельные моделируемые экземпляры схемы константные неисправности, а также неисправности типа обрыва транзистора. Отметим, что неисправность типа обрыва транзистора n-типа эквивалентна неисправности типа "константа 0" на затворе транзистора, а неисправность типа обрыва транзистора p-типа – неисправности типа "константа 1" на затворе транзистора. Будем рассматривать также константные неисправности на входах и выходах функциональных элементов, моделирующих транзисторы. В то же время неисправности соединителей можно не рассматривать, так как они эквивалентны соответствующим константным неисправностям на полюсах транзисторов, подключенных к соединителю.

Для внесения неисправностей в  $i$ -ю линию схемы будем использовать пару булевых векторов  $b^{i,0} = (b_1^{i,0}, \dots, b_j^{i,0}, \dots, b_m^{i,0})$ ,  $b^{i,1} = (b_1^{i,1}, \dots, b_j^{i,1}, \dots, b_m^{i,1})$ . При этом вектор  $b^{i,0}$  используется для внесения неисправностей типа "константа 0", а вектор  $b^{i,1}$  – для внесения неисправностей типа "константа 1". Для внесения неисправности "константа  $\alpha$ " ( $\alpha \in \{0,1\}$ ) на  $i$ -ю линию  $j$ -го экземпляра схемы необходимо, чтобы

$$\begin{aligned} b_j^{i,\alpha} &= \alpha, \\ b_k^{i,\alpha} &= \neg\alpha; \quad k = 1, \dots, m; \quad k \neq j. \end{aligned}$$

Тогда для вычисления значений на  $i$ -й линии схемы с возможностью внесения неисправностей типа "константа 0" можно использовать следующие выражения:

$$\begin{aligned} \underline{s}^i &:= \underline{s}^i \underline{b}^{i,0}, \\ \underline{h}^i &:= \underline{h}^i \underline{b}^{i,0}, \\ \underline{a}^i &:= \underline{a}^i \underline{b}^{i,0}, \end{aligned}$$

где знак "=" означает, что линии присваивается новый вектор значений, полученный после вычислений, заданных правой частью выражения.

Аналогично для внесения неисправностей типа "константа 1" могут быть использованы следующие выражения:

$$\begin{aligned}\underline{s}^i &:= \underline{s}^i \underline{b}^{i,1}, \\ \underline{h}^i &:= \underline{h}^i \underline{b}^{i,1}, \\ \underline{a}^i &:= \underline{a}^i \vee \underline{b}^{i,1}.\end{aligned}$$

Используя приведенный аппарат для внесения неисправностей, можно модифицировать формулы для вычисления векторов значений на выходах функциональных элементов, моделирующих транзисторы n-типа и p-типа, обеспечив возможность внесения неисправностей типа "константа 0" и "константа 1" на управляющие входы элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хейес, Дж. П. Обобщенная теория переключательных схем и ее применение при проектировании СБИС / Дж. П. Хейес // ТИИЭР. – 1982. – Т. 70, № 10. – С. 5–19.
2. Автоматизированное проектирование цифровых устройств / С. С. Бадулин [и др.]; под ред. С. С. Бадулина. – М. : Радио и связь, 1981. – 240 с.
3. Люлькин, А. Е. Моделирование неисправностей в КМОП-схемах на переключательном уровне / А. Е. Люлькин // Микроэлектроника. – 1998. – № 1. – С. 71 – 75.

**А. В. МАКАРЕВИЧ**

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

#### ВЫВОД УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННО СВЯЗАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Как известно, классической задачей небесной механики является задача двух тел, которая в настоящее время считается аналитически решенной в наиболее общем виде. Однако задача  $n$  тел ( $n > 2$ ) не является таковой, и ее решение за исключением отдельных частных случаев может быть получено только с использованием численных методов [1; 2]. В связи с этим на примере тройной звездной системы приведем методику вывода уравнений для описания относительного движения трех и более гравитационно связанных объектов с возможностью последующего решения полученных уравнений численными методами.

Пусть компоненты тройной звезды массами  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$  располагаются относительно рабочей системой координат  $Oxy$  так, как это показано на рисунке 1.

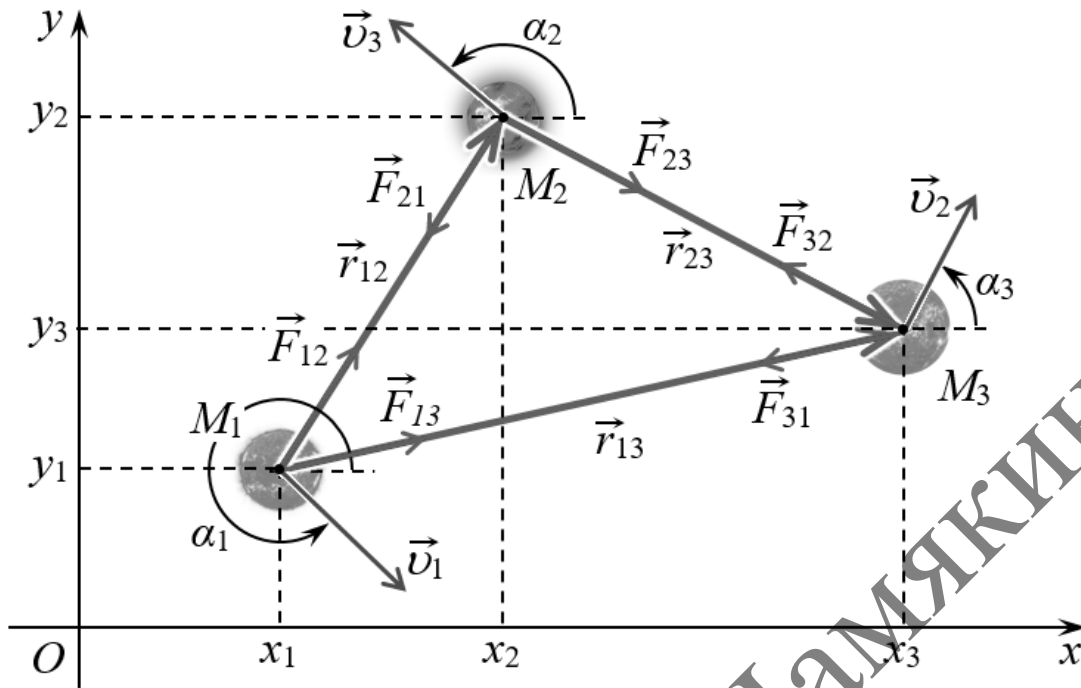


Рисунок 1. – Рабочая система координат для моделирования движения компонент тройной звезды

Здесь

$\vec{F}_{12}$ ,  $\vec{F}_{13}$ ,  $\vec{F}_{21}$ ,  $\vec{F}_{23}$ ,  $\vec{F}_{31}$  и  $\vec{F}_{32}$  – силы притяжения, действующие на рассматриваемые объекты, причем первый индекс при векторе  $\vec{F}$  показывает на какую компоненту действует сила притяжения, а второй – со стороны какой компоненты (например,  $\vec{F}_{12}$  – сила притяжения, действующая на «первую» компоненту со стороны «второй»);

$\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ ,  $\vec{r}_{13} = \vec{r}_3 - \vec{r}_1$  и  $\vec{r}_{23} = \vec{r}_3 - \vec{r}_2$  – вспомогательные векторы, введенные для дальнейшего получения уравнений движения рассматриваемых объектов, где  $\vec{r}_1$ ,  $\vec{r}_2$  и  $\vec{r}_3$  – радиус-векторы каждой из компонент (не отображены на рисунке 1 во избежание на нем дополнительных нагромождений);

$\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  – углы, определяющие соответственно направления векторов скоростей  $\vec{v}_1$ ,  $\vec{v}_2$  и  $\vec{v}_3$  компонент.

Будем считать рассматриваемую систему замкнутой, а ее компоненты материальными точками. Второй закон Ньютона в векторном виде для каждого объекта может быть записан как:

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} = M_1 \vec{a}_1, \quad (1)$$

$$\vec{F}_{21} + \vec{F}_{23} = M_2 \vec{a}_2, \quad (2)$$

$$\vec{F}_{31} + \vec{F}_{32} = M_3 \vec{a}_3, \quad (3)$$

где  $\vec{a}_1$ ,  $\vec{a}_2$  и  $\vec{a}_3$  – векторы ускорений компонент.

С учетом того, что

$$\begin{aligned}\vec{F}_{12} &= \frac{GM_1 M_2 \vec{r}_{12}}{r_{12}^3}, \quad \vec{F}_{13} = \frac{GM_1 M_3 \vec{r}_{13}}{r_{13}^3}, \quad \vec{F}_{21} = -\frac{GM_1 M_2 \vec{r}_{12}}{r_{12}^3}, \\ \vec{F}_{23} &= \frac{GM_2 M_3 \vec{r}_{23}}{r_{23}^3}, \quad \vec{F}_{31} = -\frac{GM_1 M_3 \vec{r}_{13}}{r_{13}^3}, \quad \vec{F}_{32} = -\frac{GM_2 M_3 \vec{r}_{23}}{r_{23}^3},\end{aligned}$$

и, проецируя (1)–(3) на координатные оси, будем иметь

$$\begin{aligned}Ox: \frac{GM_2 r_{12x}}{r_{12}^3} + \frac{GM_3 r_{13x}}{r_{13}^3} &= a_{1x}, \quad Oy: \frac{GM_2 r_{12y}}{r_{12}^3} + \frac{GM_3 r_{13y}}{r_{13}^3} = a_{1y}, \\ Ox: -\frac{GM_1 r_{12x}}{r_{12}^3} + \frac{GM_3 r_{23x}}{r_{23}^3} &= a_{2x}, \quad Oy: -\frac{GM_1 r_{12y}}{r_{12}^3} + \frac{GM_3 r_{23y}}{r_{23}^3} = a_{2y}, \\ Ox: -\frac{GM_1 r_{13x}}{r_{13}^3} - \frac{GM_2 r_{23x}}{r_{23}^3} &= a_{3x}, \quad Oy: -\frac{GM_1 r_{13y}}{r_{13}^3} - \frac{GM_2 r_{23y}}{r_{23}^3} = a_{3y}.\end{aligned}$$

Принимая во внимание, что

$$\begin{aligned}r_{12x} &= x_2 - x_1, \quad r_{12y} = y_2 - y_1, \quad r_{12} = \sqrt{r_{12x}^2 + r_{12y}^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \\ r_{13x} &= x_3 - x_1, \quad r_{13y} = y_3 - y_1, \quad r_{13} = \sqrt{r_{13x}^2 + r_{13y}^2} = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}, \\ r_{23x} &= x_3 - x_2, \quad r_{23y} = y_3 - y_2, \quad r_{23} = \sqrt{r_{23x}^2 + r_{23y}^2} = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2},\end{aligned}$$

и выполнив несложные математические преобразования, запишем рабочую систему дифференциальных уравнений для описания относительного движения трех гравитационно связанных объектов

$$\left\{ \begin{aligned}\frac{d^2 x_1}{dt^2} &= \frac{GM_2(x_2 - x_1)}{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{3/2}} + \frac{GM_3(x_3 - x_1)}{[(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2]^{3/2}}, \\ \frac{d^2 y_1}{dt^2} &= \frac{GM_2(y_2 - y_1)}{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{3/2}} + \frac{GM_3(y_3 - y_1)}{[(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2]^{3/2}}, \\ \frac{d^2 x_2}{dt^2} &= -\frac{GM_1(x_2 - x_1)}{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{3/2}} + \frac{GM_3(x_3 - x_2)}{[(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2]^{3/2}}, \\ \frac{d^2 y_2}{dt^2} &= -\frac{GM_1(y_2 - y_1)}{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{3/2}} + \frac{GM_3(y_3 - y_2)}{[(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2]^{3/2}}, \\ \frac{d^2 x_3}{dt^2} &= -\frac{GM_1(x_3 - x_1)}{[(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2]^{3/2}} - \frac{GM_3(x_3 - x_2)}{[(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2]^{3/2}}, \\ \frac{d^2 y_3}{dt^2} &= -\frac{GM_1(y_3 - y_1)}{[(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2]^{3/2}} - \frac{GM_3(y_3 - y_2)}{[(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2]^{3/2}}.\end{aligned}\right.$$

Начальные условия будут иметь вид:



$$\begin{aligned}v_{1x}(0) &= v_{01} \cos \alpha_1, \quad v_{1y}(0) = v_{01} \sin \alpha_1, \quad v_{2x}(0) = v_{02} \cos \alpha_2, \quad v_{2y}(0) = v_{02} \sin \alpha_2, \\v_{3x}(0) &= v_{03} \cos \alpha_3, \quad v_{3y}(0) = v_{03} \sin \alpha_3, \quad x_1(0) = x_{01}, \quad y_1(0) = y_{01}, \\x_2(0) &= x_{02}, \quad y_2(0) = y_{02}, \quad x_3(0) = x_{03}, \quad y_3(0) = y_{03}.\end{aligned}$$

Здесь  $x_{0i}$ ,  $y_{0i}$  и  $v_{0i}$  – соответственно начальные значения координат и модулей скоростей рассматриваемых тел, где  $i = \overline{1, 3}$ .

Аналогичный подход может быть использован и для вывода уравнений относительного движения компонент системы, состоящей и более чем из трех тел.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маркеев, А. П. Задача трех тел и ее точные решения / А. П. Маркеев // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 9. – С. 112–117.
2. Поршневу, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете Matlab / С. В. Поршневу. – СПб. : Издательство «Лань», 2011. – 736 с.

**Н. П. МОЖЕЙ**

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

### ОДНОРОДНЫЕ ПРОСТРАНСТВА, НЕ ДОПУСКАЮЩИЕ ЭКВИАФФИННЫХ СВЯЗНОСТЕЙ

Аффинная связность является эквиваффинной, если допускает параллельную форму объема (см. [1]). В данной работе изучаются трехмерные однородные пространства, не допускающие эквиваффинных связностей.

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, [2]). 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. Необходимое условие существования аффинной связности состоит в том, что представление изотропии для  $G$  должно быть точным, если  $\bar{G}$  эффективна на  $\bar{G}/G$  [3]. *Тензоры кручения*  $T \in \text{Inv}T_2^1(\mathfrak{m})$  и *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  $\Lambda$  имеет *нулевое кручение* или является *связностью без кручения*,

если  $T=0$ . Тензор Риччи  $Ric \in InvT_2(\mathfrak{m})$  имеет вид  $Ric(y, z) = \text{tr}\{x \mapsto R(x, y)z\}$ . Будем говорить, что аффинная связность  $\Lambda$  является локально эквиваффинной, если  $\text{tr}\Lambda([x, y])=0$  для всех  $x, y \in \bar{\mathfrak{g}}$  (то есть  $\Lambda([\bar{\mathfrak{g}}, \bar{\mathfrak{g}}]) \subset \mathfrak{sl}(\mathfrak{m})$ ). Под эквиваффинной связностью будем понимать аффинную связность  $\Lambda$  (без кручения), для которой  $\text{tr}\Lambda(x)=0$  для всех  $x \in \bar{\mathfrak{g}}$ , тогда  $\Lambda(\bar{\mathfrak{g}}) \subset \mathfrak{sl}(\mathfrak{m})$ .

Будем описывать пару  $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$  при помощи таблицы умножения алгебры Ли  $\bar{\mathfrak{g}}$ . Через  $\{e_1, \dots, e_n\}$  обозначим базис  $\bar{\mathfrak{g}}$  ( $n = \dim \bar{\mathfrak{g}}$ ). Будем полагать, что  $\mathfrak{g}$  порождается  $e_1, \dots, e_{n-3}$ , а  $\{u_1 = e_{n-2}, u_2 = e_{n-1}, u_3 = e_n\}$  – базис  $\mathfrak{m}$ . Для нумерации подалгебр используем запись  $d.n$ , а для нумерации пар – запись  $d.n.m$ , соответствующие приведенным в [4], здесь  $d$  – размерность подалгебры,  $n$  – номер подалгебры в  $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ , а  $m$  – номер пары  $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ . Будем описывать аффинную связность через образы базисных векторов  $\Lambda(u_1), \Lambda(u_2), \Lambda(u_3)$ , тензор кривизны  $R$  через  $R(u_1, u_2), R(u_1, u_3), R(u_2, u_3)$ , а тензор кручения  $T$  – через  $T(u_1, u_2), T(u_1, u_3), T(u_2, u_3)$ . Например, выберем из пространств, найденных в [4], не допускающие эквиваффинную связность. Рассмотрим пару

2.9.4, $\mu=0, -1$ .	$e_1$	$e_2$	$u_1$	$u_2$	$u_3$
$e_1$	0	$(1-\mu)e_2$	$u_1$	0	$\mu u_3$
$e_2$	$(\mu-1)e_2$	0	0	0	$u_1$
$u_1$	$-u_1$	0	0	$u_1$	0
$u_2$	0	0	$-u_1$	0	$-u_3$
$u_3$	$-\mu u_3$	$-u_1$	0	$u_3$	0

при  $\mu=-1$  аффинная связность имеет вид

$$\begin{pmatrix} 0 & p_{1,2} & 0 \\ 0 & 0 & p_{2,3} \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} q_{1,1} & 0 & 0 \\ 0 & q_{2,2} & 0 \\ 0 & 0 & q_{1,1} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -p_{2,3} & 0 & 0 \\ 0 & p_{1,2} & 0 \end{pmatrix},$$

тензор кручения –  $(p_{1,2} - q_{1,1} - 1, 0, 0), (0, 2p_{2,3}, 0), (0, 0, q_{1,1} - p_{1,2} + 1)$ . Тензор кручения нулевой при  $q_{1,1} = p_{1,2} - 1, p_{2,3} = 0$ , тогда имеем локально эквиваффинную связность.

Связность является эквиваффинной при  $2q_{1,1} + q_{2,2} = 0$ , тогда (с учетом  $T=0$ ) получаем  $q_{2,2} = -2p_{1,2} + 2$ . В данном случае тензор Риччи также является симметрическим при  $p_{2,3}(q_{1,1} - p_{1,2} - q_{2,2} - 1) = 0$ , в частности, при  $T=0$ . При  $\mu=0$  аффинная связность –

$$\begin{pmatrix} 0 & p_{12} & p_{13} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} q_{11} & 0 & 0 \\ 0 & q_{22} & q_{23} \\ 0 & 0 & q_{11} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} r_{11} & 0 & 0 \\ 0 & r_{22} & r_{23} \\ 0 & p_{12} & r_{11} + p_{13} \end{pmatrix}.$$

Тензор кручения –  $(p_{12} - q_{11} - 1, 0, 0), (p_{13} - r_{11}, 0, 0), (0, q_{23} - r_{22}, q_{11} - p_{12} + 1)$ .  
Прямыми вычислениями получаем, что пара не допускает эквиаффинных связностей. Таким образом, в работе определено, при каких условиях пара не допускает эквиаффинных связностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nomizu, K. Affine differential geometry / K. Nomizu, T. Sasaki. – Cambridge Univ. Press, 1994. – 263 p.
2. Онищик, А. Л. Топология транзитивных групп Ли преобразований // А. Л. Онищик. – М. : Физ.-мат. лит., 1995. – 384 с.
3. Кобаяси, Ш. Основы дифференциальной геометрии : в 2 т. / Ш. Кобаяси, К. Номидзу. – М. : Наука, 1981. – 2 т.
4. Можей, Н. П. Трехмерные редуктивные пространства разрешимых групп Ли / Н. П. Можей // Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины. – 2016. – № 6 (99). – С. 74–81.

**Г. Л. МУРАВЬЕВ, С. В. МУХОВ, В. И. ХВЕЩУК**  
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

#### **О ПРОТОТИПИРОВАНИИ ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАГРАММ UML**

Объект рассмотрения – результаты объектно-ориентированного анализа предметной области проектов программ (объектная модель в терминах диаграмм UML [1; 2]) в части их использования для прототипирования [3] оконных приложений, что производится путем специализации типовых каркасов приложений, поддерживаемых системой программирования (на примере Microsoft Visual Studio), с учетом предъявляемых функциональных требований.

При проектировании программ основываются на требованиях, которые предъявляются к свойствам конечного продукта. В первую очередь, это функциональные требования, задаваемые множеством реализуемых задач-функций, отображающих входные данные в выходные и определяющих закон функционирования программы. Также это требования к характеристикам исполнения, а для оконных программ – к дизайну и организации интерфейсов и др.

Рынок современных программных продуктов отличается значительной долей «человеко-ориентированных» программ, характеризующихся развитым графическим интерфейсом (ГИП). Как правило, это класс приложений, управляемых событиями (event-driven applications). Для них известны установившиеся тенденции, стратегии проектирования в таких значительных сферах применения, как экономика, социальные учреждения, индивидуальные потребители и т. п. [1–3].

Это акцент на продуктивности разработки, достигаемой зачастую в ущерб характеристикам эффективности использования программ (производительности,

ресурсо-потреблению и т. п.), что не мешает после получения функционально-полного продукта улучшать эти характеристики рядом мероприятий, последующей оптимизацией кода, не затрагивающей достигнутой функциональности.

Указанное делает результативным применение таких элементов технологий активной разработки [4] программ, как:

- опережающее моделирование продукта по результатам анализа предметной области, автоматизируемых задач;

- раннее вовлечение в процессы проектирования заказчиков, использование их знаний для анализа проблемы, функций системы, тестирования решений.

Это предполагает выполнение прототипирования – создание действующей модели, прототипа проекта, в том числе путем нисходящего проектирования и пошаговой детализации [5]. Тем самым обеспечивается получение семейства прототипов разной степени готовности, состоящих из моделей компонентов (от компонентов-заглушек до готовых компонентов) проекта (подпрограмм, методов, обработчиков), которые с разной степенью детальности отображают исполняемые функции.

Рассматриваемый класс приложений представляют собой наборы графических ресурсов интерфейса (окна, элементы окон), поддерживаемого функциями-обработчиками, связанными с соответствующими окнами и обслуживающими события, происходящие в системе. Они же совместно с методами классов предметной области обеспечивают нужную функциональность (бизнес-логику) продукта. Такие программы:

- представляют собой динамическую систему, отличаются “автоматным” стилем поведения, когда функционирование приложения представляет собой процессы изменения состояний под влиянием происходящих событий;

- в качестве их математического описания могут использоваться детерминированные автоматы как модели с дискретным временем и конечным множеством состояний, ассоциируемых здесь – на системном уровне – с тем набором окон интерфейса, которые могут получать активность, в том числе брать на себя «фокус» ввода и поддерживать действия пользователя;

- активизация окна означает переход в новое состояние, связанное с ожиданием последующих сообщений. То есть сообщения, в том числе о действиях пользователя, являются событиями – причинами изменения состояния;

- процесс изменения состояния (включая возврат в исходное состояние) сопровождается запуском функции-обработчика, который обеспечивает заданный сценарий действий, поток событий.

В качестве средства внутреннего представления исходных данных для выполнения прототипирования рассматриваются модели языка UML, включая модели состояний, прецедентов и др. Они обеспечивают:

- формализацию результатов анализа проекта;
- создание структурированной информационной базы (иерархии классов), обеспечивают обработку описаний;

- автоматизацию получения прототипов.

Дополнительные возможности в части детализации и построения структурированных описаний потоков событий прецедентов, обработчиков, методов может обеспечить применение диаграмм классов, объектов, видов деятельности, учитывающих

привязку действий, операций к соответствующим классам, включая классы поддержки манипуляций с окнами, сообщениями и т. п.

Следует также учесть рост составляющей рутинных операций, функций в разработке программ (например, в части работы с интерфейсами, диспетчеризации сообщений и т. п.), которые образуют наращиваемый далее пользователем каркас-приложения. Поэтому современные среды разработки программ поддерживают каркасное программирование – автоматическую генерацию типовых авто каркасов с учетом языка программирования, платформы, библиотек и дополнительных пользовательских настроек.

Это создает предпосылки для автоматизации построения прототипов программ [6]. Здесь прототип как модель программы (проекта) представляет собой исполнимый, специализированный с учетом требований к продукту, его функциональности каркас, построенный на базе выбранного типового авто каркаса.

В работе рассмотрены проблемы и подходы к генерации прототипов проектов, результативность применения диаграмм UML. Показана возможность расширения типовых каркасов путем их дооснащения:

- меню;
- окнами, иерархиями окон, элементами управления в составе интерактивных окон;
- методами и прототипами методов-обработчиков сообщений и методов поддержки бизнес-логики приложения;
- шаблонами и иерархиями пользовательских классов.

Результаты могут использоваться для автоматизации процессов генерации прототипов проектов в целях повышения результативности этапов анализа и проектирования программ. Способствуют повышению эффективности обучения проектированию приложений, анализу предметных областей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Липаев, В. В. Программная инженерия. Методологические основы : учеб. / В. В. Липаев. – М. : ТЕИС, 2006. – 608 с.
2. Мяцяшек, Л. А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML : пер. с англ. / Л. А. Мяцяшек. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2022. – 432 с.
3. Орлов, С. А. Программная инженерия / С. А. Орлов. – СПб. : Питер, 2016. – 640 с.
4. Активное программирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 10.10.2021.
5. Эванс, Э. Предметно-ориентированное проектирование: структуризация сложных программных систем / Э. Эванс. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2016. – 448 с.
6. Муравьев, Г. Л. Об исполнимости спецификаций проектов / Г. Л. Муравьев, С. В. Мухов, В. И. Хвещук // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы 8-й междунар. научно-практ. конф., Мозырь, 22–25 марта 2016. – С. 153–156.

A. OANA<sup>1</sup>, V. BALAN<sup>2</sup>, M. NEAGU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Transilvania University of Braşov (Braşov, Romania)

<sup>2</sup>University Politehnica of Bucharest (Bucharest, Romania)

## LOCAL BIANCHI IDENTITIES IN THE TIME-DEPENDENT HAMILTON GEOMETRY ON DUAL 1-JET SPACES

The aim of this paper is to describe the local Bianchi identities for a  $h$ -normal  $\Gamma$ -linear connection of Cartan type on the dual 1-jet space  $J^{1*}(\mathbb{R}, M)$ .

**Introduction.** A time dependent Hamiltonian function for  $M$  is a real valued function  $H$  on  $\mathbb{R} \times T^*M$ , where  $T^*M$  is the cotangent bundle. Such time-dependent Hamiltonians are important for covariant Hamiltonian approach of time-dependent mechanics. A geometrization of these Hamiltonians on the trivial bundle

$$\mathbb{R} \times T^*M \rightarrow T^*M,$$

was investigated by Miron, Atanasiu and their co-workers in [1], [3] and [5]. Alternatively, a geometrization of these Hamiltonians on the dual 1-jet vector bundle

$$J^{1*}(\mathbb{R}, M) \equiv \mathbb{R} \times T^*M \rightarrow \mathbb{R} \times M,$$

was initiated in [6] and [7], and it is our work in progress in this paper and other future papers.

On the dual 1-jet space  $E^* = J^{1*}(\mathbb{R}, M)$  endowed with a nonlinear connection  $N$ , for a given  $h$ -normal  $N$ -linear connection of Cartan type  $CD\Gamma(N)$ , we describe the local Bianchi identities that connect their local d-torsions and d-curvatures. In this way, we recall that if  $h_{11}(t)$  is a semi-Riemannian metric on time manifold  $\mathbb{R}$ , together with its Christoffel symbol

$$H_{11}^1 = \frac{h^{11}}{2} \frac{dh_{11}}{dt},$$

a  $h$ -normal  $N$ -linear connection given by the coefficients

$$CD\Gamma(N) = \left( H_{11}^1, A_{j1}^i, H_{jk}^i, C_{j(1)}^{i(k)} \right), \quad (1)$$

whose local components verify the relations  $H_{jk}^i = H_{kj}^i$  and  $C_{j(1)}^{i(k)} = C_{j(1)}^{k(i)}$ , is called a  $h$ -normal  $N$ -linear connection of Cartan type on  $E^*$  or a  $CD\Gamma(N)$ -linear connection. Because we obviously have the null d-torsions

$$T_{jk}^i = H_{jk}^i - H_{kj}^i = 0$$

and

$$S_{(r)(1)(1)}^{(1)(i)(j)} = -\left(C_{r(1)}^{i(j)} - C_{r(1)}^{j(i)}\right) = 0,$$

it follows that the torsion tensor  $\mathbf{T}$  of the connection (1) is characterized by *six* effective adapted local d-tensors. At the same time, its curvature tensor  $\mathbf{R}$  is characterized by *five* effective adapted local d-tensors. These local torsion and curvature d-tensors are arranged in the below tables and are locally expressed in the paper [2]:

<i>Torsions</i>	$h_{\mathbf{R}}$	$h_{\mathbf{M}}$	$v$
$h_{\mathbf{R}}h_{\mathbf{R}}$	0	0	0
$h_{\mathbf{M}}h_{\mathbf{R}}$	0	$T_{1j}^r$	$R_{(r)1j}^{(1)}$
$vh_{\mathbf{R}}$	0	0	$P_{(r)1(1)}^{(1)(j)}$
$h_{\mathbf{M}}h_{\mathbf{M}}$	0	$T_{ij}^r = 0$	$R_{(r)ij}^{(1)}$
$vh_{\mathbf{M}}$	0	$P_{i(1)}^{r(j)}$	$P_{(r)i(1)}^{(1)(j)}$
$vv$	0	0	$S_{(r)(1)(1)}^{(1)(i)(j)} = 0,$

(2)

<i>Curvatures</i>	$h_{\mathbf{R}}$	$h_{\mathbf{M}}$	$v$
$h_{\mathbf{R}}h_{\mathbf{R}}$	0	0	0
$h_{\mathbf{M}}h_{\mathbf{R}}$	0	$R_{i1k}^l$	$-R_{(l)(1)1k}^{(1)(i)} = -R_{l1k}^i$
$wh_{\mathbf{R}}$	0	$P_{i1(1)}^{l(k)}$	$-P_{(l)(1)1(1)}^{(1)(i)(k)} = -P_{l1(1)}^{i(k)}$
$h_{\mathbf{M}}h_{\mathbf{M}}$	0	$R_{ijk}^l$	$-R_{(l)(1)jk}^{(1)(i)} = -R_{ijk}^l$
$wh_{\mathbf{M}}$	0	$P_{ij(1)}^{l(k)}$	$-P_{(l)(1)j(1)}^{(1)(i)(k)} = -P_{ij(1)}^{i(k)}$
$ww$	0	$S_{i(1)(1)}^{l(j)(k)}$	$-S_{(l)(1)(1)(1)}^{(1)(i)(j)(k)} = -S_{i(1)(1)}^{i(j)(k)}$

(3)

**Local Bianchi identities on  $J^{1*}(\mathbf{R}, M)$ .** But, it is a well-known fact that the torsion  $\mathbf{T}$  and curvature  $\mathbf{R}$  of a connection  $D$  on the dual 1-jet space  $E^* = J^{1*}(\mathbf{R}, M)$  are connected

by the following general *Bianchi identities* (for any  $X, Y, Z, U \in X(E^*)$ ) (see Miron and Anastasiei [4]):

$$\sum_{\{X,Y,Z\}} \{(D_X \mathbf{T})(Y, Z) - \mathbf{R}(X, Y)Z + \mathbf{T}(\mathbf{T}(X, Y), Z)\} = 0,$$

$$\sum_{\{X,Y,Z\}} (D_X \mathbf{R})(Y, Z, U) + \mathbf{R}(\mathbf{T}(X, Y), Z)U = 0,$$

where  $\sum_{\{X,Y,Z\}}$  means a cyclic sum. Obviously, working with a  $CD\Gamma(N)$ -linear connection and the  $N$ -adapted basis of d-vector fields  $(X_A) \subset X(E^*)$ , the above Bianchi identities are locally described by the equalities:

$$\sum_{\{A,B,C\}} \{\mathbf{R}_{ABC}^F - \mathbf{T}_{AB:C}^F - \mathbf{T}_{AB}^G \mathbf{T}_{CG}^F\} = 0,$$

$$\sum_{\{A,B,C\}} \{\mathbf{R}_{DAB:C}^F + \mathbf{T}_{AB}^G \mathbf{R}_{DCG}^F\} = 0,$$
(4)

where  $\mathbf{R}(X_A, X_B)X_C = \mathbf{R}_{CBA}^D X_D$ ,  $\mathbf{T}(X_A, X_B) = \mathbf{T}_{BA}^D X_D$ , and " :<sub>C</sub>" represents one from the local covariant derivatives " <sub>|1</sub> ", " <sub>|i</sub> " or " <sub>|1</sub><sup>(i)</sup> " of the  $CD\Gamma(N)$ -linear connection  $D$ . Consequently, we find

**Theorem 1** *The following nineteen local Bianchi identities for a h-normal N-linear connection of Cartan type are true on the dual 1-jet space  $E^* = J^{1*}(R, M)$ :*

1.  $A_{\{j,k\}} \{C_{k(1)}^{l(r)} R_{(r)1j}^{(1)} + R_{j1k}^l + T_{1jk}^l\} = 0,$
2.  $\sum_{\{i,j,k\}} \{C_{k(1)}^{l(r)} R_{(r)ij}^{(1)} - R_{ijk}^l\} = 0,$
3.  $A_{\{j,k\}} \{R_{(l)1jk}^{(1)} + P_{(l)k(1)}^{(1)(r)} R_{(r)1j}^{(1)} + R_{(l)kr}^{(1)} T_{1j}^r\} = -R_{(l)jk/1}^{(1)} - P_{(l)1(1)}^{(1)(r)} R_{(r)jk}^{(1)},$
4.  $\sum_{\{i,j,k\}} \{R_{(l)ijk}^{(1)} + P_{(l)k(1)}^{(1)(r)} R_{(r)ij}^{(1)}\} = 0,$
5.  $T_{1k}^l \left|_{(1)}^{(p)} - C_{r(1)}^{l(p)} T_{1k}^r + P_{k1(1)}^l + C_{k(1)/1}^{l(p)} - C_{k(1)}^{l(r)} P_{(r)1(1)}^{(p)} + C_{k(1)}^{r(p)} T_{1r}^l = 0,$
6.  $A_{\{j,k\}} \{C_{j(1)k}^{l(p)} + C_{k(1)}^{l(r)} P_{(r)j(1)}^{(p)} + P_{jk(1)}^{l(p)}\} = 0,$
7.  $P_{(l)1(1)k}^{(1)(p)} - P_{(l)k(1)/1}^{(1)(p)} + P_{(l)k(1)}^{(1)(r)} P_{(r)1(1)}^{(p)} - P_{(l)1(1)}^{(1)(r)} P_{(r)k(1)}^{(p)} =$   
 $= R_{(l)1k}^{(1)(p)} + R_{(l)1(1)k}^{(1)(p)} + R_{(l)1r}^{(1)} C_{k(1)}^{r(p)} - T_{1k}^r P_{(l)r(1)}^{(p)},$
8.  $A_{\{j,k\}} \{P_{(l)j(1)k}^{(1)(p)} + P_{(l)k(1)}^{(1)(r)} P_{(r)j(1)}^{(p)} + R_{(l)kr}^{(1)} C_{j(1)}^{r(p)}\} = R_{(l)jk}^{(1)(p)} + R_{(l)1(1)jk}^{(1)(p)},$
9.  $A_{\left\{ \begin{smallmatrix} (j) & (k) \\ (1) & (1) \end{smallmatrix} \right\}} \{C_{i(1)}^{l(j)} \left|_{(1)}^{(k)} + C_{i(1)}^{r(k)} C_{r(1)}^{l(j)}\} = S_{i(1)(1)}^{l(j)(k)},$
10.  $A_{\left\{ \begin{smallmatrix} (j) & (k) \\ (1) & (1) \end{smallmatrix} \right\}} \{P_{(l)1(1)}^{(1)(j)} \left|_{(1)}^{(k)} - P_{(l)1(1)(1)}^{(1)(j)(k)}\} = 0,$
11.  $A_{\left\{ \begin{smallmatrix} (j) & (k) \\ (1) & (1) \end{smallmatrix} \right\}} \{P_{(l)i(1)}^{(1)(j)} \left|_{(1)}^{(k)} - P_{(l)1(1)i(1)}^{(1)(j)(k)} - C_{i(1)}^{r(j)} P_{(l)r(1)}^{(1)(k)}\} = 0,$
12.  $\sum_{\left\{ \begin{smallmatrix} (i) & (j) & (k) \\ (1) & (1) & (1) \end{smallmatrix} \right\}} S_{(l)1(1)(1)}^{(1)(i)(j)(k)} = 0,$



13.  $A_{\{j,k\}} \left\{ R_{p1jk}^l + R_{(r)1j}^{(1)} P_{pk(1)}^{l(r)} + T_{1j}^r R_{pkr}^l \right\} = -R_{pjkl}^l - R_{(r)jk}^{(1)} P_{p1(1)}^{l(r)},$
14.  $\sum_{\{i,j,k\}} \left\{ R_{pijk}^l + R_{(r)ij}^{(1)} P_{pk(1)}^{l(r)} \right\} = 0,$
15.  $P_{i1(1)k}^{l(p)} - P_{ik(1)1}^{l(p)} + P_{(r)1(1)}^{(p)} P_{ik(1)}^{l(r)} - P_{(r)k(1)}^{(p)} P_{i1(1)}^{l(r)} =$   
 $= R_{i1k}^{l(p)} \binom{(p)}{(1)} + R_{(r)1k}^{(1)} S_{i(1)(1)}^{l(p)(r)} + C_{k(1)}^{r(p)} R_{i1r}^l - T_{1k}^r P_{ir(1)}^{l(p)},$
16.  $A_{\{j,k\}} \left\{ P_{ij(1)k}^{l(p)} + P_{(r)j(1)}^{(p)} P_{ik(1)}^{l(r)} + C_{j(1)}^{r(p)} R_{ikr}^l \right\} = R_{ijk}^{l(p)} \binom{(p)}{(1)} + R_{(r)jk}^{(1)} S_{i(1)(1)}^{l(p)(r)},$
17.  $A_{\binom{(j)}{(1)} \binom{(k)}{(1)}} \left\{ P_{p1(1)}^{l(j)} \binom{(k)}{(1)} + P_{(r)1(1)}^{(j)} S_{p(1)(1)}^{l(k)(r)} \right\} = -S_{p(1)(1)i}^{l(j)(k)},$
18.  $A_{\binom{(j)}{(1)} \binom{(k)}{(1)}} \left\{ P_{pi(1)}^{l(j)} \binom{(k)}{(1)} + P_{(r)i(1)}^{(j)} S_{p(1)(1)}^{l(k)(r)} - C_{i(1)}^{r(j)} P_{pr(1)}^{l(k)} \right\} = -S_{p(1)(1)i}^{l(j)(k)},$
19.  $\sum_{\binom{(i)}{(1)} \binom{(j)}{(1)} \binom{(k)}{(1)}} S_{p(1)(1)}^{l(i)(j)} \binom{(k)}{(1)} = 0,$

where, if  $\{A, B, C\}$  are indices of type  $\{i, \binom{(1)}{(i)}\}$ , then  $\sum_{\{A, B, C\}}$  represents a cyclic sum, and  $A_{\{A, B\}}$  represents an alternate sum.

**Proof.** Taking into account that the indices  $A, B, C, D, \dots$  are of type  $\{i, \binom{(1)}{(i)}\}$ , and the torsion  $\mathbf{T}_{AB}^C$  and curvature  $\mathbf{R}_{ABC}^D$  adapted components are given in the Tables (2) and (3), after laborious local computations, the formulas (4) imply the required Bianchi identities.

**Remark 2** *The bolded numbered identities from our local Bianchi identities reduces to one of the eleven Bianchi identities of a  $N$ -linear connection in the Hamiltonian geometry of cotangent bundles (see [5]).*

#### REFERENCES

1. Atanasiu, Gh. The invariant expression of Hamilton geometry / Gh. Atanasiu // Tensor N.S. – 1988. – Vol. 47, № 3. – P. 225–234.
2. Balan, V. Dual jet  $h$ -normal  $N$ -linear connections in time-dependent Hamilton geometry / V. Balan, M. Neagu, A. Oana // The XV-th International Conference "Differential Geometry and Dynamical Systems" (DGDS-2021), 26–29 August 2021, Bucharest, Romania. – P. 1–6.
3. Miron, R. Hamilton geometry / R. Miron // An. Șt. "Al. I. Cuza" Univ., Iași, Romania. – 1989. – Vol. 35. – P. 33–67.
4. Miron, R. The Geometry of Lagrange Spaces: Theory and Applications / R. Miron. – M.: Anastasiei Kluwer Academic Publishers, 1994.
5. The Geometry of Hamilton and Lagrange Spaces / R. Miron [et al.]. – Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2001.
6. Neagu, M. Dual jet geometrical objects of momenta in the time-dependent Hamilton geometry / M. Neagu, A. Oana, "Vasile Alecsandri" University of Bacău, Faculty of Sciences, Scientific Studies and Research. Series Mathematics and Informatics, Vol. 30 (2020), No. 2, 153–164.
7. Oana, A. On dual jet  $N$ -linear connections in the time-dependent Hamilton geometry / A. Oana, M. Neagu // Annals of the University of Craiova – Mathematics and Computer Science Series. – Romania, 2021. – Vol. 48 (1). – P. 98–111.

**Л. Н. ОРЛИКОВ, С. М. ШАНДАРОВ, Н. И. БУРИМОВ**  
ФГОУ ВО ТУСУР (г. Томск, Россия)

## **ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВУЗА И ШКОЛЫ В ТВОРЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ**

Актуальность проблемы повышения интереса школьников к физике вызвана тем, что значительная часть школьников предпочитает освоение гуманитарных и компьютерных технологий [1; 2], что сдерживает развитие кругозора талантливой молодежи.

Целью данного исследования является выявление и апробация путей повышения интереса школьников к изучению технических дисциплин.

В рамках нового набора абитуриентов в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) несколько лет на инициативных началах практикуется выполнение инициативных проектов школьников из близко расположенных школ.

Решаемой задачей являлась разработка методики взаимодействия со школьниками на площадке лабораторного практикума, выполняемого студентами второго и третьего курсов в рамках группового проектного обучения по направлению «Электроника и наноэлектроника» и «Фотоника и оптоинформатика».

Методика исследования и взаимодействия учитывала пожелания учителей физики, родителей и сотрудников кафедры «Электронные приборы» ТУСУРа. Из учащихся выпускных классов школ № 49 и № 32 г. Томска, а также радиотехнического лицея и гуманитарного колледжа формировалась группа из трех-четырех человек с «привязкой» к занятиям один день в неделю по 1–2 часа совместно со студентами второго и третьего курсов бакалавриата.

Подготовительная методическая работа заключалась в согласовании сценариев проведения инициативных проектов школьников с календарным планом обучения физике в школе. Школьники стыковались с группой проектного обучения в течение учебного года в учебно-научной лаборатории технологии электронных приборов и оптического материаловедения. Занятия проводились по методике выполнения творческого проекта на типовых установках вакуумного напыления и оптическом оборудовании.

Вступительная часть занятий предполагает планерку с рассказом о новых явлениях в области микромира, о достижениях в науке и технике, о научных исследованиях на кафедре и лабораториях Академгородка города Томска, о научных семинарах и тематиках защищаемых диссертаций, о местах работы выпускников. Важно показать необычность и проблемность изучаемых явлений.

Сценарий основной части занятия предполагает знакомство с оборудованием и измерительными приборами, фотосессии на фоне оборудования. Практическая часть предполагает мастер-класс по проектам, которые выбрали учащиеся из банка проектов. Это формирование и исследование оптически активных пленок с помощью вакуумных технологий, формирование и исследование элементов оптических процессоров, формирование декоративных, теплообразующих и зеркальных покрытий и мн. др.

Наглядность выступает средством поддержки мотивации. У школьника должно непременно получиться. Причем получиться из того, что сделано своими руками. Это повышает самооценку и уверенность в своих силах.

Сценарий заключительной части занятия предполагает обсуждение и обработку результатов с привлечением физики, химии, проведение элементарных расчетов. Важна постановка задач на перспективу, поддержка мотивации через похвалу в лице сверстников за полученный результат. Важно предусмотреть, что будет записано в рабочей тетради школьника, образцы для показа друзьям и в школе, варианты презентации, возможность практического применения полученных результатов. Приветствуется привлечение второго преподавателя (например, магистра) для проведения экскурсий по лабораториям, показа и обсуждения фрагментов видеофильмов по специальности, выполнения вспомогательных работ.

Полученные результаты. На начальном этапе выполнения проекта школьники пытаются найти ответ в Интернете. Затем приходит понимание необходимости переосмысления задачи, просмотра учебников, методических пособий и периодических журналов, имеющихся в лаборатории. Положительный эффект дает обсуждение современных взглядов на развитие природы, а также обсуждение обзоров по достижениям науки и техники, выполненных школьниками. Особенно привлекательными являются истории из личной жизни ученых, история открытий и изобретений, наглядные образцы действующих макетов промышленных электронных приборов. В процессе взаимодействия школьников и студентов происходит развитие междисциплинарных компетенций через творческие задания. В итоге взаимодействия повышается самоутверждение школьников. Появилась возможность участия школьников в конференциях группового проектного обучения, в конференциях молодых ученых. Часть школьников взвесила свои силы в олимпиадах для абитуриентов.

Методические выводы и предложения для практики. При взаимодействии со школьниками важна дозированная индивидуальная нагрузка, а также связь с программой школы.

Чаще школьники работают в наблюдательном режиме, но творческие инициативы школьников должны поддерживаться, обсуждаться и по возможности получать дальнейшее развитие. Важно иметь банк наглядных элементов электронных приборов, явлений и тем творческих проектов. В свою очередь студенты старших курсов (магистры) могут пройти педагогическую практику.

Возрастает роль преподавателя на заключительной стадии школьного проекта при подготовке презентации и доклада. В этот период большую роль играют эмоциональная поддержка и диалоговые технологии со школьниками типа: «Ты не хуже других», «Кто, если не Ты» и др.

Недостатком такой системы взаимодействия вуза и школы является сильный мультиплексный эффект, когда почти весь класс желает поступить в вуз, не имея достаточной подготовки по физике или математике.

В числе перспективных направлений взаимодействия вуза и школы является изготовление для школы переносных макетов для демонстрации принципиально новых физических явлений на основе нанотехнологий и квантовой физики, приглашение

школьников на выставки и день открытых дверей. Взаимодействие вуза и школы обогащает взгляд на технические дисциплины на профессиональное самоопределение.

В числе проблем, выявленных в ходе исследования, является: традиционный менталитет школы с ориентацией на определенный вуз; недостаточный психологический возраст участников, перегрузка преподавателей вуза. Однако взаимодействие вуза и школы на площадке групповых проектов не требует дополнительных затрат, позволяет выявить одаренную молодежь и расширить кругозор в области физики, развивает логическое мышление. Хотя само взаимодействие вуза и школы не предполагает активной агитации по новому набору, около 25 % школьников из вышеназванных учебных заведений поступили в ТУСУР, 10 % поступили в столичные вузы. Посещение школьниками занятий группового проектного обучения создает эффект престижа технических специальностей и самоутверждения школьников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Попова, О. Н. Прогнозирование эффективности самоопределения личности по характеристикам сбалансированности временной перспективы [Текст] / О. Н. Попова // Сибирский психологический журнал. – 2020. – № 75. – С. 195–208.
2. Орликов, Л. Н. Развитие практических навыков студентов на лабораторном практикуме [Текст] / Л. Н. Орликов // Управление экономическими системами. Педагогический менеджмент : монография, под общ. ред. Б. Н. Герасимова. – Пенза : Приволжский Дом знаний, СНИУ, 2019. – Гл. 6. – Вып. 14. – С. 76–91.

**Н. Е. ПИСАНИК, А. А. ГОЛУБ**

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

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ KOTLIN ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

Широкое распространение мобильных устройств обуславливает повышенный спрос на разработку мобильных приложений, затрагивающих практически все сферы жизнедеятельности человека. Технологии, используемые при создании прикладного программного обеспечения, существенно зависят от используемой операционной системы. Одной из наиболее популярных мобильных операционных систем является ОС Android, представленная компанией Google.

В качестве основной среды разработки мобильных приложений компания Google предлагает IDE Android Studio. Первоначально основными языками программирования, используемыми в Android Studio, были Java и C++. Так как языки Java и C++ обладали рядом недостатков, например, сложность и объемность программного кода, то была предпринята попытка создать новый язык программирования Kotlin [1].

Основным разработчиком Kotlin является российская компания JetBrains. В настоящее время Kotlin официально поддерживается компанией Google и полностью интегрирован в IDE Android Studio.

Разработка приложений с использованием языка программирования Kotlin позволяет использовать технологии объектно-ориентированного проектирования программ. С целью обеспечения возможности быстрого перехода с Java и C++, а также для обеспечения частичной совместимости в Kotlin используется аналогичный синтаксис. Например, в программы, написанные на языке Java, можно добавить функции на языке Kotlin без изменения остального кода.

Для написания программ на языке программирования Kotlin требуется установка JDK (Java Development Kit), предоставляемого компанией Oracle и непосредственно компилятора самого языка Kotlin.

Точкой входа в программу, также как и на C++, является функция `main()`, в которую передаются параметры командной строки. Простейшая программа на языке Kotlin представлена ниже.

```
fun main(args: Array < String > ) {  
    val name = "Vasia"  
    println("Hi, $name!")  
}
```

В приведенном примере продемонстрирована также возможность, аналогичная языку Perl, подстановки вместо имени переменной, включенной в строку, ее значения.

Программный код на Kotlin может быть откомпилирован в байткод для работы на Java Virtual Machine, что обеспечивает кроссплатформенность разрабатываемых приложений.

Благодаря высокой совместимости языка Kotlin, разработчики Android Studio могут использовать и другие популярные IDE, в том числе и IntelliJ, которая обеспечивает не только написание программ, но и взаимную конвертацию кода из Kotlin в Java и наоборот.

В рассматриваемом языке особое внимание уделено элементам функционального программирования, в частности, функция рассматривается как сущность высшего порядка, т. е. может передаваться в другую функцию в качестве аргумента [3].

```
fun passTen(func: (Int)->Int): ()->Int {  
    return { func(10) }  
}
```

С учетом того что язык Kotlin хорошо сбалансирован и продуман, имеет активно развивающееся сообщество разработчиков, позволяет создавать мультиплатформенные проекты с безопасным программным кодом, он объявлен одним из приоритетных языков программирования для операционной системы Android.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Kotlin [Electronic resource] // Wikipedia. – Mode of access: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Kotlin>. – Date of access: 20.02.2022.
2. Kotlin [Electronic resource] // METANIT.COM Сайт о программировании. – Mode of access: <https://metanit.com/kotlin/tutorial/1.1.php>. – Date of access: 20.02.2022.
3. Немного о Kotlin [Electronic resource] // Habr. – Mode of access: <https://habr.com/ru/post/277479>. – Date of access: 20.02.2022.

## И. И. ПРОНЕВИЧ

УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

### ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ НАКЛОННОГО МАЯТНИКА

В разделе «Механика» курса физики одной из лабораторных работ является «Определение коэффициента внешнего трения с помощью наклонного маятника», цель которой заключается в ознакомлении студентов с методами определения коэффициентов внешнего трения, в частности, коэффициента трения качения.

Суть метода состоит в следующем. Стальной шар радиусом  $r$  прикрепляется к плоской плите наклонного маятника, расположенной под углом  $\beta$ , отклоняется на угол  $\varphi_0$  и считается число колебаний  $n$  до достижения угла  $\varphi_n$ . Коэффициент трения качения рассчитывается по формуле [1, с. 28]:

$$\mu_k = \frac{r \cdot (\cos \varphi_n - \cos \varphi_0) \cdot \operatorname{tg} \beta_0}{2 \cdot n \cdot (\varphi_n + \varphi_0)}$$

Проведены шесть серий опытов по десять в каждой, при следующих условиях:

- 1)  $\varphi_0 = 10^\circ$ ,  $\varphi_n = 5^\circ$ ,  $\beta = 20^\circ$ ;
- 2)  $\varphi_0 = 25^\circ$ ,  $\varphi_n = 5^\circ$ ,  $\beta = 20^\circ$ ;
- 3)  $\varphi_0 = 10^\circ$ ,  $\varphi_n = 5^\circ$ ,  $\beta = 50^\circ$ ;
- 4)  $\varphi_0 = 25^\circ$ ,  $\varphi_n = 5^\circ$ ,  $\beta = 50^\circ$ ;
- 5)  $\varphi_0 = 10^\circ$ ,  $\varphi_n = 5^\circ$ ,  $\beta = 80^\circ$ ;
- 6)  $\varphi_0 = 25^\circ$ ,  $\varphi_n = 5^\circ$ ,  $\beta = 80^\circ$ .

Получились следующие отличающиеся значения коэффициента трения качения:

- 1)  $\mu_{k1} = 4,76 \cdot 10^{-5}$  м;
- 2)  $\mu_{k2} = 5,86 \cdot 10^{-5}$  м;
- 3)  $\mu_{k3} = 5,10 \cdot 10^{-5}$  м;
- 4)  $\mu_{k4} = 9,67 \cdot 10^{-5}$  м;
- 5)  $\mu_{k5} = 2,15 \cdot 10^{-4}$  м;
- 6)  $\mu_{k6} = 3,11 \cdot 10^{-4}$  м.

Выходит, что чем больше углы наклона плиты  $\beta$  и первоначального отклонения шара  $\varphi_0$ , тем выше значение коэффициента трения качения, и это может быть связано с его зависимостью от скорости движения. Средняя скорость  $v$  шара увеличивается, растёт и коэффициент трения качения:  $\mu_k = (1 + a \cdot v^2) \cdot b \cdot r$ , где  $a$ ,  $b$  – постоянные, зависящие от свойств материала, из которого изготовлен шарик, его радиуса  $r$ . Если слагаемое  $a \cdot v^2$  в каком-то диапазоне скоростей существенно меньше единицы, то значение коэффициента трения качения при данных условиях будет практически постоянным, и наоборот.

Эксперименты, проводимые в различных условиях, демонстрируют, что получаемые значения коэффициента трения качения могут быть как близкими, так и заметно отличаться, то есть зависят от скорости движения шара, при которой определялись.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахраменко, Н. А. Механика : лаб. практикум по курсу “Физика” / Н. А. Ахраменко, И. И. Проневич, К. П. Шиляева. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 71 с.

**В. С. САВЕНКО**

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

### МОДИФИКАЦИЯ КИНЕТИКИ ДВОЙНИКОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТИ

Пластическая деформация двойникованием осуществляется при ориентационном запрете дислокационного скольжения, например, и при больших скоростях нагружения, а также при низких температурах. Двойникование начинается у концентраторов напряжений, дислокационных скоплений и развитие двойникоующих дислокаций осуществляется с большими скоростями и напряжения деформации на границах двойников часто приводят к разрушению материала. Исследования возможностей методов и способов контроля развития двойникования для снижения концентрации напряжений на двойниковых границах предоставляют реальную возможность использовать двойникование как резерв пластичности материала. Кроме того, границы двойников – естественные препятствия для полных дислокаций, следовательно, созданием в кристаллической решетке системы тонких двойников возможно эффективно упрочнить материал.

При действии одиночными импульсами тока во время деформации кристаллов магния растяжением и сжатием возникает электропластический эффект, который проявляется в скачкообразных удлинениях образцов при прохождении импульса тока без какого-либо существенного теплового эффекта и тепловой дилатации образцов. Электропластический эффект обусловлен ускорением пластического течения металла потоком электронов проводимости, которые находятся в дрейфовом движении под влиянием электромагнитного поля или действием «электронного ветра» внутри деформируемого металла, то есть, помимо джоулевого эффекта, свободные электроны способны оказывать особое специфическое электропластическое действие на металл, находящийся под механическими напряжениями выше предела текучести [1].

Внешние энергетические воздействия возбуждают локализованные электронные состояния на потенциале, при этом, очевидно, происходит размытие их волновых функций. Увеличение электронной плотности в ядре дислокаций понижает величину потенциального барьера Пайерлса-Набарро. Уменьшением крутизны рельефа барьера также объясняется и механизм магнитно-пластического эффекта в *NaCl* и *Al*, суть которого заключается в перемещении под действием магнитного поля дислокаций в ненагруженных исследуемых кристаллах. До помещения кристалла в магнитное поле дислокации находятся в равновесии, зависая в дальнедействующем поле внутренних напряжений на локальных барьерах, связанных с точечными дефектами и рельефом Пайерлса. Понижая величину барьера наложением магнитного поля, можно привести

дислокации в движение. Однако подобный механизм может быть применим для ионных и ковалентных кристаллов, в металлах же высота барьеров типа Пайерлса-Набарро невелика и величина активационного объема для них на несколько порядков меньше, чем для потенциальных барьеров, создаваемых другими дислокациями и точечными дефектами.

Исследование микроструктуры образцов магния проводилось с использованием растрового электронного микроскопа LEO 1455VP (CarlZeiss). Наблюдение осуществлялось регистрацией отраженных электронов, ускоряющее напряжение составляло 20 кВ. Морфологический анализ изображения определялся прибором «Пост микроконтроль МК-3» с помощью компьютерной программы AutoscanObjects

В ходе исследований был проведен морфологический анализ с выделением гистограмм по классам, с определением контроля физико-механических свойств материала, основанного на измерении микротвердости. Произведен анализ экспериментальных и теоретических данных с учетом коэффициентов парной корреляции и регрессии для верности.

Микротвердость образцов исследовалась на цифровом микротвердомере MicroMet 5114 с сенсорным LCD пультом управления и с автоматическим расчетом значений твердости и накоплением статистики, при помощи алмазной пирамидки (Виккерс). Время приложения нагрузки 15 с, нагрузка на индентор 1000 г, угол алмазной пирамидки  $\theta = 136^\circ$ . Индентирование проводилось перпендикулярно индентируемой плоскости шлифа в ортогональном направлении вектора деформации. После снятия нагрузки измерялась диагональ отпечатка. Число твердости по Виккерсу HV вычислялось как отношение нагрузки P к площади поверхности пирамидального отпечатка M. В ходе измерения диагонали отпечатка в зависимости от площади поверхности пирамидального отпечатка получали глубину отпечатка h для исследуемых образцов:

$$HV = k \cdot \frac{F}{S} = 0,102 \cdot \frac{2F \cdot \frac{\sin\theta}{2}}{d^2} = 0,1891 \cdot \frac{F}{d^2}$$

Полученные экспериментальные данные позволили определить графические зависимости некоторых кинематических характеристик при анализе зависимости микротвердости HV от нагрузки p и времени t и тока i (рисунок 1).

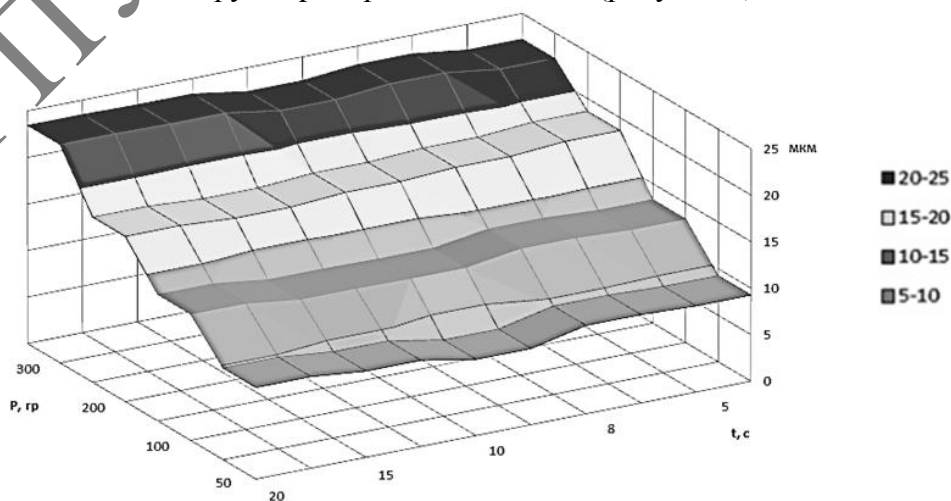


Рисунок 1. – Глубина отпечатка образца магния от плотности тока



Рассмотрение наиболее вероятных механизмов влияния электромагнитных полей на пластическую деформацию металлов следует проводить с учетом состояния поверхности кристалла, так как возбуждение электронной подсистемы кристалла электромагнитным полем приводит к изменению его поверхностной энергии. При деформациях металлов выше предела текучести, движущиеся дислокации, взаимодействуя со свободной поверхностью, приобретают избыточную свободную энергию, становятся неустойчивыми и стремятся выйти на поверхность кристалла. Следует отметить, что краевая дислокация притягивается к поверхности силой «зеркального изображения», которая определяется медленно меняющимся логарифмическим потенциалом. Вместе с тем, выход дислокации на поверхность сопровождается появлением характерной ступеньки. При этом на создание новой ячейки затрачивается энергия  $b^2 \cdot \gamma$ , где  $\gamma$  – поверхностная энергия. Эта сила распределяется к оси кристалла на полуширину дислокации порядка нескольких  $b$  и в непосредственной близости от поверхности может преобладать над силой «зеркального изображения». Поэтому уменьшение поверхностной энергии металла облегчит выход дислокаций одного знака на поверхность и приведет к увеличению скорости пластической деформации и уменьшению деформационного наклепа. В то же время увеличение поверхностной энергии интенсифицирует работу поверхностных источников дислокаций за счет компенсации силы «зеркального изображения».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Savenko, V. S. Electroplastic effect under the simultaneous superposition and magnetic fields / V. S. Savenko // Journal of applied physics. – 1999. – № 5. – P. 1–4.

**В. С. САВЕНКО**

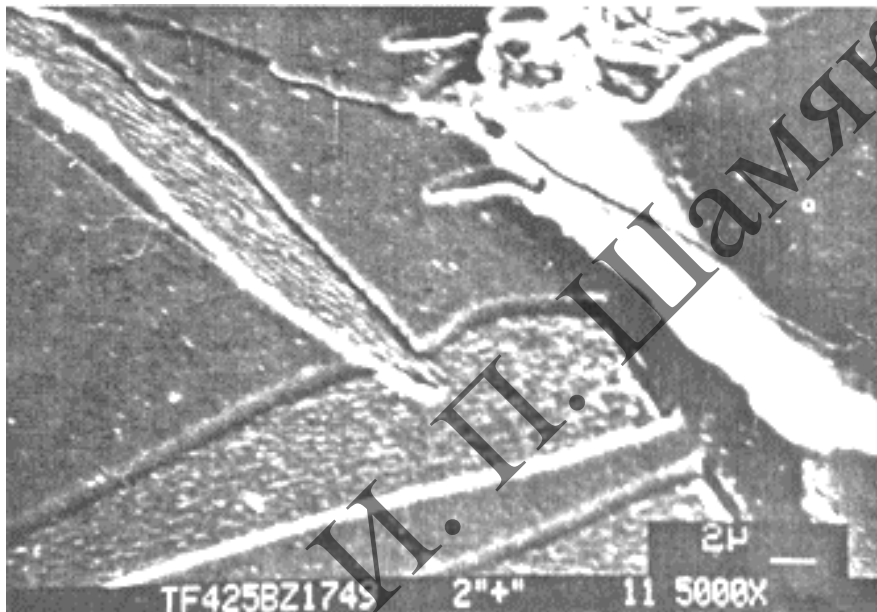
УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

#### РАСЧЕТ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ У ГРАНИЦ КЛИНОВИДНОГО ДВОЙНИКА

Импульсный ток большой плотности, пропущенный через металл во время деформации выше предела текучести, вызывает ЭПД в том числе за счет пондеромоторных эффектов, которые обуславливают дополнительные механические напряжения ионного остова кристаллической решетки металла с новым видом взаимодействия винтовых двойникоующих дислокаций с препятствием. Возбуждение электронной подсистемы образца приводит к интенсивному размножению двойникоующих дислокаций на границах раздела и коллективному взаимодействию винтовых составляющих двойникоующих дислокаций с препятствием. В результате возникает не наблюдавшееся ранее явление кристаллографического отклонения двойников.

Двойники обычно зарождаются на дислокационных скоплениях и приводят к релаксации внутренних напряжений у отпечатка. До сих пор было известно, что релаксация внутренних напряжений может осуществляться за счет развития

скольжения, например, в областях кристалла, прилегающих к двойниковым границам. Впервые обнаружено, что под действием электрических импульсов действие одиночных импульсов тока амплитудой  $I_M$  порядка 1000 А и длительностью  $t_M$  порядка 1 мс приводит к релаксации внутренних напряжений в результате развития новых двойников, причем новые двойники возникают не только на скоплениях полных дислокаций, но и на границах двойниковых прослоек, т. е. на скоплениях двойнивающих дислокаций. Двойники, зарождаясь в местах концентрации напряжений, разряжают дислокационные скопления, тем самым уменьшают вероятность хрупкого разрушения в перенапряженных местах кристаллической решетки (рисунок 1).



**Рисунок 1. – Зарождение двойника на двойниковой границе с малой степенью когерентности**

В отсутствие внешних энергетических воздействий "ветвящиеся" двойники чаще зарождаются на двойниковых границах с малой степенью когерентности (рисунок 1). Искривление двойниковых границ вызвано избыточной концентрацией на них двойнивающих дислокаций. Повышенная плотность дислокаций на двойниковой границе ведет к локализации на ней внутренних напряжений, источниками которых являются двойнивающие дислокации. При этом в местах скопления дислокаций могут возникать напряжения, сравнимые по величине с порогом возникновения клиновидного двойника. Релаксация данных напряжений происходит через зарождение на двойниковой границе нового двойника, который развивается в новом энергетически выгодном направлении (рисунок 1).

Представим двойниковый дублет в виде совокупности краевых дислокаций, расположенных вдоль двух пересекающихся прямых  $OA$  и  $OB$ . Выберем начало системы координат в точке пересечения этих прямых. Ось  $OX$  направим параллельно линии, вдоль которой расположены двойники, а ось  $OY$  – перпендикулярно ей. Пусть векторы Бюргера дислокаций данного скопления направлены вдоль оси  $OX$ , тогда,

зная выражения для компонент тензора напряжений, создаваемых единичной дислокацией:

$$\sigma_{xx}^d = -\frac{bG}{2\pi(1-\nu)} \frac{y(3x^2 + y^2)}{(x^2 + y^2)^2}, \quad \sigma_{yy}^d = \frac{bG}{2\pi(1-\nu)} \frac{y(x^2 - y^2)}{(x^2 + y^2)^2}, \quad \sigma_{xy}^d = \frac{bG}{2\pi(1-\nu)} \frac{x(x^2 - y^2)}{(x^2 + y^2)^2},$$

где  $b$  – вектор Бюргера,  $G$  – модуль сдвига,  $\nu$  – коэффициент Пуассона, и вводя обозначения:  $A = \frac{bG}{2\pi(1-\nu)}$ ,  $p = \frac{x}{d}$ ,  $q = \frac{y}{d}$ . Здесь  $d$  и  $h$  – проекции радиуса-вектора, соединяющего две близлежащие дислокации, соответственно на оси  $OX$  и  $OY$  для компонент тензоров напряжений  $\sigma_{ij}^{OA}$ ,  $\sigma_{ij}^{OB}$ , создаваемых вдоль прямых  $OA$  и  $OB$  дислокационными скоплениями, находящимся в изотропной среде, можем записать: [1]

$$\begin{aligned} \sigma_{xx}^{OA} &= -hA \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(n+q)[3d^2(n+p)^2 + h^2(n+q)^2]}{[d^2(n+p)^2 + h^2(n+q)^2]^2}, \\ \sigma_{yy}^{OA} &= hA \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(n+q)[d^2(n+p)^2 - h^2(n+q)^2]}{[d^2(n+p)^2 + h^2(n+q)^2]^2}, \\ \sigma_{xy}^{OA} &= dA \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(n+p)[d^2(n+p)^2 - h^2(n+q)^2]}{[d^2(n+p)^2 + h^2(n+q)^2]^2}, \\ \sigma_{xx}^{OB} &= -hA \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(n-q)[3d^2(n+p)^2 + h^2(n-q)^2]}{[d^2(n+p)^2 + h^2(n-q)^2]^2}, \\ \sigma_{yy}^{OB} &= hA \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(n-q)[d^2(n+p)^2 - h^2(n-q)^2]}{[d^2(n+p)^2 + h^2(n-q)^2]^2}, \\ \sigma_{xy}^{OB} &= dA \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(n+p)[d^2(n+p)^2 - h^2(n-q)^2]}{[d^2(n+p)^2 + h^2(n-q)^2]^2}. \end{aligned} \quad (1)$$

Очевидно, что поля напряжений, создаваемые обеими ветвями скоплений дислокаций, можно найти из соотношения  $\sigma_{ij} = \sigma_{ij}^{OA} + \sigma_{ij}^{OB}$ .

Дальнейшее решение поставленной задачи сводится к замене сумм (1) функциями от  $p$  и  $q$ . Для этого воспользуемся функцией, полученной из теории рядов Фурье:

$$\pi \operatorname{ctg} \pi M = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{n+M}, \quad (2)$$

где  $n$  – индекс суммирования, а  $M$  – произвольное.

Примем в данном соотношении  $M = \frac{dp + ihq}{d + ih}$ , тогда получим

$$\frac{\pi}{d + ih} \operatorname{ctg} \pi \frac{dp + ihq}{d + ih} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{d(n+p) + ih(n+q)}. \quad (3)$$

При  $M = \frac{dp - ihq}{d - ih}$  будем иметь

$$\frac{\pi}{d - ih} \operatorname{ctg} \pi \frac{dp - ihq}{d - ih} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{d(n+p) - ih(n+q)} \quad (4)$$

Находя сумму и разность выражений (3) и (4), получим

$$I_1 = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{n+p}{d^2(n+p)^2 + h^2(n+q)^2} = \frac{\pi}{d(d^2 + h^2)} \frac{d \sin \alpha + h \operatorname{sh} \beta}{\operatorname{ch} \beta - \cos \alpha} \quad (5)$$

$$I_2 = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{n+p}{d^2(n+p)^2 + h^2(n+q)^2} = \frac{\pi}{h(d^2 + h^2)} \frac{h \sin \alpha - d \operatorname{sh} \beta}{\operatorname{ch} \beta - \cos \alpha} \quad (6)$$

Полученный результат может быть применен не только для расчета сил взаимодействия двойникового дублета с дислокациями, но и для определения энергии его взаимодействия с точечными дефектами и степени их концентрации у двойниковой границы, что представляет особый интерес с точки зрения программного упрочнения материала, интенсивно изучаемого в последнее время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Savenko, V. S. Electroplastic effect under the simultaneous superposition and magnetic fields/ V. S. Savenko // Journal of applied physics. – 1999. – № 5. – P. 1–4 с.
2. Savenko, V. S. The contribution of ponderomotive factors to the realization of electroplastic deformation / V. S. Savenko, O. A. Troitsky, A. G. Silivonets // Izvestiya NAN RB. A series of physical and technical sciences, 1, 85–91 с.

**У. А. ШЫЛІНЕЦ, Д. А. ВЫСОЦКАЯ**

УА ФПБ «Міжнародны ўніверсітэт «МІТСО» (г. Мінск, Беларусь)

#### **РАШЭННЕ КРАЯВОЙ ЗАДАЧЫ ДЛЯ АДНОЙ СІСТЭМЫ ДЫФЕРЭНЦЫЯЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ ПРЫ ДАПАМОЗЕ ІНТЭГРАЛЬНАГА ВЫЯЎЛЕННЯ ПАМПЕЮ – ФЁДАРАВА**

Для вивучэння дыферэнцыяльных раўнанняў выкарыстоўваюцца розныя метады. Адным з такіх метадаў з'яўляецца метада функцый, манагенных у сэнсе У. С. Фёдарова (F-манагенных) [1–9].

У дадзенай працы пры дапамозе F-манагенных дуальных функцый даследуецца крайвая задача для наступнай сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у фармальных вытворных:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial z} - \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}} &= g(x, y), \\ \frac{\partial f}{\partial \bar{z}} &= h(x, y), \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

дзе  $g, h$  – зададзеныя камплексныя або рэчаісныя функцыі класа  $C^1(D)$ ,

$$\frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad z = x + iy, \quad \bar{z} = x - iy, \quad i^2 = -1.$$

**Азначэнне 1.** Дуальнай функцыяй у абсягу  $D$  называецца функцыя выгляду  $F(z) = f(z) + \varepsilon \varphi(z)$ ,  $z \in D$ ,  $\varepsilon^2 = 0$ , дзе  $f(z)$ ,  $\varphi(z)$  – камплексныя або рэчаісныя функцыі, зададзеныя ў абсягу  $D$ .

**Азначэнне 2.** Дуальная функцыя  $F(z)$  называецца F-манагеннай (манагеннай у сэнсе У. С. Фёдарова) [1] па дуальнай функцыі  $P(z) = p(z) + \varepsilon q(z)$ , у абсягу  $D$ , калі знойдзецца такая дуальная функцыя  $\psi$ , што ва ўсіх пунктах абсягу  $D$  маем  $dF = \psi dP$ .

Функцыя  $\psi$  падчас абазначаецца  $\psi = F'[P]$  і называецца F-вытворнай функцыі  $F$  па функцыі  $P$ .

Як паказана ў працы [3], любая дуальная функцыя  $F(z)$ , F-манагенная па  $P(z)$ , мае выгляд  $F(z) = f[p] + \varepsilon \{f'[p]q + H[p]\}$ , дзе  $f[p]$ ,  $H[p]$  – камплексныя функцыі, F-манагенныя па  $p$ ,  $f'[p]$  – F-вытворная функцыі  $f$  па функцыі  $p$ .

Нам спатрэбяцца дуальныя функцыі, F-манагенныя па функцыі  $P(z) = z + \varepsilon \bar{z}$ , дзе  $z = x + iy$ .

Лёгка пераканацца ў тым, што рашэннем сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у фармальных вытворных [10] выгляду

$$\frac{\partial f}{\partial z} - \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \bar{z}} = 0 \quad (2)$$

у абсягу  $D$  з'яўляюцца наступныя функцыі:  $f = f(z)$  – адвольная аналітычная функцыя ад  $z$  у абсягу  $D$ ,  $\varphi = f'(z)\bar{z} + h(z)$  – так званая біаналітычная ў абсягу  $D$  функцыя [11].

Адначасова, як паказана ў працы [3], сістэма (2) з'яўляецца ўмовай F-манагеннасці [1] дуальнай функцыі  $f + \varepsilon \varphi$  па функцыі  $P = z + \varepsilon \bar{z}$ ,  $\varepsilon^2 = 0$ .

Натуральны інтарэс выклікае вывучэнне сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у фармальных вытворных (1).

Увядзем зараз дуальныя функцыі  $w = w(z) = f(x, y) + \varepsilon \varphi(x, y)$ ,  $P = z + \varepsilon \bar{z}$ ,  $Q = \bar{z}$  ( $\varepsilon^2 = 0$ ), а таксама дуальны дыферэнцыяльны аператар  $\frac{\partial w}{\partial Q} = \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} - \varepsilon \frac{\partial w}{\partial z}$ . Тады сістэму (1) можна, відавочна, запісаць у выглядзе

$$\frac{\partial w(z)}{\partial Q} = A(z), \quad (3)$$

дзе  $\frac{\partial w}{\partial Q} = \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} - \varepsilon \frac{\partial w}{\partial z}$ ,  $\varepsilon^2 = 0$ ,  $h(z) = h(x, y)$ ,  $g(z) = g(x, y)$ ,  $A(z) = h(z) - \varepsilon g(z)$ ,

$$z = x + iy, \quad i^2 = -1, \quad w = w(z) = f(x, y) + \varepsilon \varphi(x, y), \quad \frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right).$$

Даследуем наступную краевую задачу: знайсці рашэнне  $w = w(z) \in C^1(D)$  раўнання (3) (сістэмы (1)), калі вядомыя значэнні гэтага раўнання на граніцы  $C$  абсягу  $D_C \subset D$ .

Калі скарыстаць метады, які выкарыстоўваюцца ў працы [12] для даследавання сістэм дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных, то атрымаем, што сістэма (1) будзе эквівалентнай ў любым абсягу  $D_C \subset D$  наступнаму інтэгральнаму раўнанню:

$$w(z_0) = \frac{1}{2\pi i} \int_C w(z) \frac{dP}{P - P_0} - \frac{1}{\pi} \iint_{D_C} A(z) \frac{dx dy}{P - P_0}, \quad (4)$$

дзе  $P = P(z) = z + \varepsilon \bar{z}$ ,  $P_0 = z_0 + \varepsilon \bar{z}_0$ ,  $z \in \mathbb{C}$ ,  $z_0 \in D_C$ ,  $C$  – граніца абсягу  $D_C$ ,  $A(z) = h(z) - \varepsilon g(z)$ . Атрыманае інтэгральнае выяўленне Пампею – Фёдарова (4) і дае рашэнне сфармуляванай краевой задачи.

#### 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. – Т. 5, № 1. – С. 166–173.
4. Кусковский, Л. Н. О краевой задаче типа Римана-Гильберта / Л. Н. Кусковский // Дифференциальные уравнения. – 1975. – Т. 11, № 3. – 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. – Т. 29, № 11. – С. 2019–2020.
6. Стельмашук, Н. Т. Решение краевой задачи для одной системы дифференциальных уравнений в формальных производных / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 1999. – № 3. – С. 127–128.

7. 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. – Т. 12, № 2. – С. 170–171.

8. 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.

9. Шылінец, У. А. Даследаванне сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных пры дапамозе F-манагенных гіперкампліксных функцый / У. А. Шылінец, І. М. Гуло // Весці БДПУ. Серыя 3. – 2019. – № 4. – С. 5–8.

10. 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.

11. Затуловская, К. Д. Полианалитические функции и функции, моногенные в смысле В. С. Фёдорова / К. Д. Затуловская // Смоленский матем. сборник. – 1969. – Т. 2, вып. 20. – С. 20–27.

12. Стельмашук, Н. Т. Интегральное представление решений одной системы уравнений в частных производных / Н. Т. Стельмашук // Смоленский матем. сборник. – 1970. – Т. 3, вып. 23. – С. 33–38.

**А. А. ЩЕРБОВИЧ<sup>1,2</sup>, Н. А. САВАСТЕНКО<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

<sup>2</sup>ГНУ Институт физики имени Б.И. Степанова НАН РБ (г. Минск, Беларусь)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАЗМО-АКТИВИРОВАННЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ZnO:**

В настоящее время проблема очистки сточных вод от фармакологических отходов является важной компонентой экологии и безопасности населения стран [1–3]. К фармакологическим отходам относятся просроченные, неиспользованные и загрязненные лекарства и вакцины. Для разложения и уничтожения вредных соединений в сточных водах используются фотокатализаторы на основе оксида цинка (ZnO). Эффективность фотокатализатора напрямую зависит от фотокаталитической активности. Увеличение фотокаталитической активности может быть достигнуто изменением морфологии катализаторов и химической модификацией катализаторов путем допирования материала атомами или наночастицами, включая плазмонные наночастицы серебра [4; 5]. Эффективность фотокатализаторов также может быть увеличена за счет обработки фотокатализаторов в плазме диэлектрического барьерного разряда (ДБР) [6; 7].

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния ДБР-плазменной обработки на активность фотокатализаторов на основе ZnO, пропитанных наночастицами серебра с точки зрения энергии разряда.

В работе [8] плазменная обработка успешно использовалась для улучшения производительности фотокатализаторов на основе ZnO, пропитанных наночастицами серебра. Для усиления активности катализаторов в реакциях фотодеградации необходимо увеличить время рекомбинации фотоиндуцированной пары электрон-дырка, так как фотоиндуцированные электрон и дырка участвуют в ряде реакций, приводящих в конечном итоге к окислению молекул разлагаемого вещества [9].

Для отслеживания рекомбинации фотогенерированных носителей заряда, т. е. для определения времени жизни фотогенерированных электронов и дырок и выяснения эффективности разделения носителей заряда в полупроводнике, было проведено исследование фотолюминесценции с временным разрешением. Было показано, что динамику фотолюминесценции можно связать с рекомбинацией электронов из проводящей зоны или мелких ловушек с дырками. В свою очередь, это может привести к движению электрона от наночастиц к полупроводнику в случае гибридных систем полупроводник-наночастица. Эти направленные движения играют важную роль в фотокаталитических процессах [10].

Среднее время затухания фотолюминесценции фотокатализаторов на основе ZnO было определено путем аппроксимации многопорядковой кривой экспоненциального затухания (таблица 1) [10].

Исследование фотолюминесценции с временным разрешением показало, что процесс распада стал намного быстрее вследствие возникновения экситон-плазмонной связи. Время жизни составило 3,28 нс для ZnO, допированного наночастицами Ag, и 5,02 нс для немодифицированного ZnO, соответственно [10].

ДБР-плазменная обработка привела к изменению времени затухания фотолюминесценции ZnO, модифицированного наночастицами Ag. Увеличение времени плазменной обработки с 5 до 15 мин (т. е. увеличение значения эффективной энергии, потребляемой катализаторами при плазменной обработке до 18000 Дж) привело к увеличению значения времени затухания. Дальнейшее увеличение времени обработки (т. е. увеличение значения  $E_{\text{eff}}$  до 30000 Дж) привело к уменьшению значения  $\tau$  [10].

Таблица 1. – Время затухания фотолюминесценции ( $\tau$ )

Образец	Время облучения, мин	Эффективная энергия, потребляемая катализаторами во время обработки в плазме ДБР, Дж	$\tau$ , нс
ZnO	0	0	5,02
ZnO-Ag	0	0	3,28



ZnO-Ag-ДБР-5	5	6000	3,84
ZnO-Ag-ДБР-10	10	12000	10,59
ZnO-Ag-ДБР-15	15	18000	13,34
ZnO-Ag-ДБР-25	25	30000	3,56

Ожидается, что более высокая фотокаталитическая активность является результатом более длительного времени рекомбинации фотогенерированных носителей заряда. По данным работы [10], фотокаталитическая активность коррелирует с временем затухания фотолюминесценции, т.е. с фактором Парселла. Самый активный фотокатализатор (ZnO-Ag-ДБР-15) имел наибольшее время затухания фотолюминесценции (13,34 нс,  $F_p = 0,38$ ). Эффективная энергия  $E_{eff}$ , потребляемая наиболее активным катализатором, составила 18000 Дж.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] / Медицинские отходы. – 2021. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste/>. – Дата доступа: 10.11.2021.
2. Sarkar, S. Photocatalytic degradation of pharmaceutical wastes by alginate supported TiO<sub>2</sub> nanoparticles in packed bed photo reactor (PBPR) / S. Sarkar, S. Chakraborty, C. Bhattacharjee // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2015. – V. 121. – P. 263–270.
3. Naraginti, S. Photocatalytic mineralization and degradation kinetics of sulphamethoxazole and reactive red 194 over silver-zirconium co-doped titanium dioxide: Reaction mechanisms and phytotoxicity assessment / S. Naraginti, Y. Li, G. L. Puma // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2018. – V. 159. – P. 301–309.
4. Mechanistic insights into photodegradation of organic dyes using heterostructure photocatalysts / Yi-H. Chiu [et al.] // *Catalysts*. – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 430 (1)–430 (32).
5. Sundar, S. A. Synthesis and studies on structural and optical properties of zinc oxide and manganese doped zinc oxide nanoparticles / S. A. Sundar, N. J. John // *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*. – 2016. – Vol. 7, № 6. – P. 1024–1030.
6. Plasma application for more environmentally friendly catalyst preparation / C.-J. Liu [et al.] // *Pure Appl. Chem*. – 2006. – Vol. 78, № 6. – P. 1227–1238.
7. Comparative study of plasma-treated non-precious catalysts for oxygen and hydrogen peroxide reduction reactions / N. A. Savastenko [et al.] // *Energy Environ. Sci*. – 2011. – Vol. 4, № 9. – P. 3461–3472.

8. Effect of impregnation by silver nanoparticles on the efficiency of plasma-treated ZnO-based photocatalysts / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes. – 2020. – Vol. 24, №. 1. – P. 21–45.

9. Савастенко, Н. А. Физико-химические свойства плазмо-активированных фотокатализаторов на основе TiO<sub>2</sub> : II. Исследование методом кинетической флуоресцентной спектроскопии / Н. А. Савастенко, А. А. Щербович // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XIII междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 25–26 марта 2021 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2021. – С. 239–241.

11. Effect of DBD-plasma treatment on activity of ZnO-based photocatalysts impregnated with silver nanoparticles / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes. – 2022 (in press).

МГПУ им. И. П. Шамякина

# Именной указатель авторов



## А

Аманова М. А. 202  
Астапенко Г. Г. 207  
Астапенко Д. А. 207  
Ахмедов А. П. 75  
Ахраменко Н. А. 204, 208

## Б

Бакланенко Л. Н. 150  
Байрамов С. А. 202  
Бертель И. М. 33  
Бирковский Я. Н. 98  
Бокуть Л. В. 3  
Бондаренко А. В. 150  
Бондарь С. Р. 207  
Борковская И. М. 6  
Буримов Н. И. 273  
Бучко О. И. 79  
Бушко А. А. 217  
Буй М. В. 208, 211

## В

Валаханович Е. В. 154  
Вансович Д. И. 36  
Величко В. А. 217  
Велько О. А. 9  
Вороненко К. В. 82  
Высоцкая Д. А. 283

## Г

Гасанов М. В. 213  
Глебович В. И. 84  
Голуб А. А. 242, 275  
Горячун Н. В. 11  
Григорьев А. А. 13  
Гридюшко А. И. 155  
Гуло И. Н. 87  
Гуцко Н. В. 215

## Д

Давыдовская В. В. 16, 217  
Деликатная И. О. 19, 211  
Джумаев Б. Р. 220  
Домашов В. П. 22  
Досмуханова А. Ж. 249  
Доценко Е. И. 19, 204  
Дубовская В. А. 252  
Дубодел В. П. 158, 197  
Дубровская К. Б. 246  
Душеина Л. В. 22

## Е

Есман А. К. 222  
Ефимчик И. А. 93, 96  
Ефремова М. И. 29, 98

## Ж

Жубаев А. К. 225, 249  
Жубаназаров С. Е. 225  
Жук А. И. 228

## З

Защук Е. Н. 228  
Заюков И. В. 161  
Зенько С. И. 24  
Зерница Д. А. 231  
Зиненко И. Н. 101  
Злотников И. И. 158  
Зыков Г. Л. 222

## И

Иваненко Л. А. 67, 103  
Иванова Ж. В. 70  
Игнатенко В. В. 26  
Игнатович С. В. 29, 98

## К

Калавур М. А. 106  
Калинина Р. М. 31  
Карпинская Т. В. 163  
Клименок В. В. 217  
Клинцевич С. И. 33  
Ковальчук И. Н. 108, 138  
Ковгар В. В. 236  
Козак Л. П. 111  
Козинский А. А. 239  
Колесников И. А. 242  
Кондратьева Н. А. 36  
Копайцева Т. В. 228  
Корчеменко С. В. 39  
Крагель Е. А. 40  
Красюк Е. П. 131  
Кулак Г. В. 246  
Кулешов В. К. 222  
Кылычмурадова М. Ж. 249

## Л

Лапатин А. О. 197  
Леонов Е. А. 26  
Леончик О. А. 31  
Лешкевич М. Л. 166  
Литвиненко А. А. 113  
Лукашевич Н. В. 255  
Лукашевич С. А. 252, 255

Луцевич А. А. 46  
Люлькин А. Е. 258

## М

Макаревич А. В. 261  
Макаревич Т. А. 45  
Макаренко А. В. 169  
Максюк С. В. 96  
Малишевский В. Ф. 46  
Маршалова В. С. 116  
Михайловская Л. В. 153  
Можей Н. П. 49, 264  
Муравьев Г. Л. 51, 266  
Мухов С. В. 266

## Н

Наумова А. Д. 87  
Некрасова Г. Н. 172  
Нестеренко И. В. 101  
Нестерович Ю. В. 117  
Николаенко Т. В. 246

## О

Овчинников К. В. 175  
Онискевич Т. С. 53  
Орликов Л. Н. 273  
Орлов В. Н. 213

## П

Павленко А. П. 204, 211  
Пальчевский Б. В. 177  
Пашко А. К. 33  
Пещенко Н. К. 180  
Пилипук З. А. 51  
Пирютко О. Н. 119  
Писаник Н. Е. 275  
Потачиц В. А. 222  
Прихач Н. К. 236  
Проневич И. И. 277  
Прохоров Д. И. 56  
Прусова И. В. 236  
Пыжкова О. Н. 6

## Р

Равуцкая Ж. И. 122  
Родин С. В. 59  
Романчук Т. А. 183  
Руденков А. С. 185, 188  
Ружицкая Е. А. 190

## С

Савастенко Н. А. 286  
Савенко В. С. 278, 280

Савилова Ю. И. 59  
Савчук Г. К. 75  
Сафанков Е. И. 155  
Свентецкая Г. Д. 125  
Серая З. Н. 62  
Серый А. И. 61, 62  
Смирнова Г. Ф. 64  
Смолякова О. Ф. 192  
Соловьёва И. Ф. 65  
Старовойтова О. В. 67, 103  
Сурин Т. Л. 70

## **Т**

Тасанова А. 225  
Тилевов С. 202  
Турищев Л. С. 194  
Тухолко Л. Л. 128

## **Ф**

Федоренко М. В. 131  
Фёдорова Л. В. 133

## **Х**

Хвещук В. И. 266  
Худойберганов С. Б. 75

## **Ц**

Цупа И. Р. 136

## **Ч**

Чебуркина Т. Н. 108, 138

## **Ш**

Шакин О. В. 246  
Шандаров С. М. 273  
Шаповалов А. В. 175  
Шаповалов В. М. 158  
Шевко И. Я. 141  
Шелевер Л. В. 144, 147  
Шепелевич В. Г. 231  
Шершнёв Е. Б. 252, 255  
Шилинец В. А. 73, 283  
Шиляева К. П. 19  
Шурпач И. В. 103  
Шутова Е. А. 197

## **Щ**

Щербович А. А. 286  
Щур С. Н. 199

## **Ю**

Юбко А. С. 128  
Юркевич Н. П. 75

## **В**

Balan V. 269

## **Е**

Evlanov M. V. 91

## **I**

Ivashkevich A. V. 233, 244

## **K**

Krylova N. G. 244  
Kuzmenko O. S. 43

## **N**

Neagu M. 269

## **O**

Oana A. 269  
Ovsiyuk E. M. 233, 244

## **R**

Red'kov V. M. 233, 244

## **Y**

Yakubitskaya S. L. 91

ИМ. И. П. ШАМЯКИНА

# Содержание



## Секция 1

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

<b>БОКУТЬ Л. В.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТОРА КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ.....	3
<b>БОРКОВСКАЯ И. М., ПЫЖКОВА О. Н.</b> О ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....	6
<b>ВЕЛЬКО О. А.</b> ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ СТУДЕНТОВ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН СТУДЕНТАМ СОЦИОЛОГАМ.....	9
<b>ГОРЯЧУН Н. В.</b> МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В СТИЛЕ ПОШАГОВЫХ ИНСТРУКЦИЙ.....	11
<b>ГРИГОРЬЕВ А. А.</b> ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА СУПЕРПОЗИЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СРЕДЕ MATHCAD .....	13
<b>ДАВЫДОВСКАЯ В. В.</b> ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДЫ MOODLE В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ».....	16
<b>ДЕЛИКАТНАЯ И. О., ДОЦЕНКО Е. И., ШИЛЯЕВА К. П.</b> ОСОБЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПО РАЗДЕЛАМ КУРСА ФИЗИКИ.....	19
<b>ДОМАШОВ В. П., ДУШЕИНА Л. В.</b> ПРИОБЩЕНИЕ КУРСАНТОВ К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ИХ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ .....	22
<b>ЗЕНЬКО С. И.</b> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ.....	24
<b>ИГНАТЕНКО В. В., ЛЕОНОВ Е. А.</b> О МЕЖКАФЕДРАЛЬНЫХ СВЯЗЯХ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ .....	26
<b>ИГНАТОВИЧ С. В., ЕФРЕМОВА М. И.</b> ИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ» .....	29
<b>КАЛИНИНА Р. М., ЛЕОНЧИК О. А.</b> ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	31

<b>КЛИНЦЕВИЧ С. И., БЕРТЕЛЬ И. М., ПАШКО А. К.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ MOODLE ДЛЯ АДАПТАЦИИ ВУЗОВСКИХ МЕТОДИК К ОСОБЕННОСТЯМ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ .....	33
<b>КОНДРАТЬЕВА Н. А., ВАНСОВИЧ Д. И.</b> «ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ» В ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ БНТУ .....	36
<b>КОРЧЕМЕНКО С. В.</b> ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ АНИМАЦИИ В POWERPOINT ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ .....	39
<b>КРАГЕЛЬ Е. А.</b> ПРЕЗЕНТАЦИИ MICROSOFT POWERPOINT ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СЛУШАТЕЛЕЙ-ИНОСТРАНЦЕВ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ .....	40
<b>KUZMENKO O. S.</b> PROFESSIONAL COMPETENCE AS AN INDICATOR OF PSYCHOLOGICAL READINESS OF THE EDUCATOR IN TEACHING PHYSICS BASED ON STEM EDUCATION .....	43
<b>МАКАРЕВИЧ Т. А.</b> О РОЛИ ПРЕЗЕНТАЦИОННОЙ ПОДАЧИ МАТЕРИАЛА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ .....	45
<b>МАЛИШЕВСКИЙ В. Ф., ЛУЦЕВИЧ А. А.</b> ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ .....	46
<b>МОЖЕЙ Н. П.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ MOODLE В ПРЕПОДАВАНИИ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ .....	49
<b>МУРАВЬЕВ Г. Л., ПИЛИПУК З. А.</b> К РАЗРАБОТКЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРОВЫХ СИСТЕМ СЕТЕВОГО ТИПА .....	51
<b>ОНИСКЕВИЧ Т. С.</b> ИНДУКЦИЯ КАК МЕТОД ДОКАЗАТЕЛЬСТВА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ И МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ .....	53
<b>ПРОХОРОВ Д. И.</b> НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ДИДАКТИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА .....	56
<b>РОДИН С. В., САВИЛОВА Ю. И.</b> ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ .....	59
<b>СЕРЫЙ А. И.</b> ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЛОК-СХЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ .....	61
<b>СЕРЫЙ А. И., СЕРАЯ З. Н.</b> К МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ» .....	62
<b>СМИРНОВА Г. Ф.</b> ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ФИЗИКЕ (ОТ ПРОСТОГО К СЛОЖНОМУ) .....	64
<b>СОЛОВЬЁВА И. Ф.</b> ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....	65
<b>СТАРОВОЙТВА О. В., ИВАНЕНКО Л. А.</b> ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА» .....	67

**СУРИН Т. Л., ИВАНОВА Ж. В.** ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ..... 70

**ШИЛИНЕЦ В. А.** О РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ БИЗНЕС-АНАЛИЗА И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИТСО» ..... 73

**ЮРКЕВИЧ Н. П., САВЧУК Г. К., АХМЕДОВ А. П., ХУДОЙБЕРГАНОВ С. Б.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЕЩЕСТВА В ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ В ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ..... 75

## Секция 2

### Инновационные технологии преподавания математики, физики, информатики в учреждениях общего среднего образования

**БУЧКО О. И.** ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ ..... 79

**ВОРОНЕНКО К. В.** ОЦЕНКА И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РАБОТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ..... 82

**ГЛЕБОВИЧ В. И.** УМЕНИЕ «ЧИТАТЬ» ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН КАК ОСНОВА СИСТЕМНО-ЭПИСТЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ..... 84

**ГУЛО И. Н., НАУМОВА А. Д.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В 8 КЛАССЕ ..... 87

**EVLANOV M. V., YAKUBITSKAYA S. L.** THE APPLICATION OF THE FORMULA CONSTRUCTOR IN PHYSICS LESSONS AS A MEANS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF RANDOM MEMORY ..... 91

**ЕФИМЧИК И. А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАНИМАТЕЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ ..... 93

**ЕФИМЧИК И. А., МАКСЮК С. В.** ФРАКТАЛЬНАЯ ГРАФИКА В ШКОЛЕ..... 96

**ЕФРЕМОВА М. И., ИГНАТОВИЧ С. В., БИРКОВСКИЙ Я. Н.** ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ ..... 98

**ЗИНЕНКО И. Н., НЕСТЕРЕНКО И. В.** ПРИМЕНЕНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ ..... 101

**ИВАНЕНКО Л. А., СТАРОВОЙТОВА О. В., ШУРПАЧ И. В.** ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАТРУДНЕНИЙ УЧИТЕЛЕЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 103

**КАЛАВУР М. А.** УНУТРЫПРАДМЕТНАЯ ИНТЭГРАЦЫЯ ПРЫ РАШЭННІ МАТЭМАТЫЧНЫХ ЗАДАЧ ..... 106

<b>КОВАЛЬЧУК И. Н., ЧЕБУРКИНА Т. Н.</b> УСЛОВИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ К МАТЕМАТИКЕ.....	108
<b>КОЗАК Л. П.</b> МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ.....	111
<b>ЛИТВИНЕНКО А. А.</b> РАЗВИТИЕ ИНТЕРЕСА У УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЧЕРЕЗ ИГРОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....	113
<b>МАРШАЛОВА В. С.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ ИГР НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ.....	116
<b>НЕСТЕРОВИЧ Ю. В.</b> СРЕДСТВА ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ.....	117
<b>ПИРЮТКО О. Н.</b> НЕКОТОРЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ К ФОРМИРОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	119
<b>РАВУЦКАЯ Ж. И.</b> ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ.....	122
<b>СВЕНТЕЦКАЯ Г. Д.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ НА УРОКАХ ФИЗИКИ.....	125
<b>ТУХОЛКО Л. Л., ЮБКО А. С.</b> МОТИВАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЕДУЩИМИ МОТИВАМИ НА УРОКЕ ИЗУЧЕНИЯ НОВОГО МАТЕРИАЛА ПО МАТЕМАТИКЕ .....	128
<b>ФЕДОРЕНКО М. В., КРАСЮК Е. П.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО УРОКА ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ИНФОРМАТИКА» В РЕЖИМЕ ОНЛАЙН.....	131
<b>ФЁДОРОВА Л. В.</b> ЗАДАЧИ С ПРАКТИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ.....	133
<b>ЦУПА И. Д.</b> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	136
<b>ЧЕБУРКИНА Т. Н., КОВАЛЬЧУК И. Н.</b> ДИДАКТИЧЕСКИЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА У УЧАЩИХСЯ 5 КЛАССОВ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	138
<b>ШЕВКО И. Я.</b> МЕДИАГРАМОТНОСТЬ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ .....	141
<b>ШЕЛЕВЕР Л. В.</b> ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПЛАКАТ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ.....	144
<b>ШЕЛЕВЕР Л. В.</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ .....	147



### Секция 3

#### **Современные подходы к преподаванию общетехнических и специальных дисциплин на уровнях профессионально-технического, среднего специального и высшего образования**

<b>БАКЛАНЕНКО Л. Н., БОНДАРЕНКО А. В.</b> ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА .....	150
<b>ВАЛАХАНОВИЧ Е. В., МИХАЙЛОВСКАЯ Л.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ.....	153
<b>ГРИДЮШКО А. И., САФАНКОВ Е. И.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА.....	155
<b>ДУБОДЕЛ В. П., ШАПОВАЛОВ В. М., ЗЛОТНИКОВ И. И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ В БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	158
<b>ЗАЮКОВ И. В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ БАКАЛАВРОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СТАТИСТИКА» .....	161
<b>КАРПИНСКАЯ Т. В.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	163
<b>ЛЕШКЕВИЧ М. Л.</b> ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	166
<b>МАКАРЕНКО А. В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ И ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАМЕНЩИКОВ.....	169
<b>НЕКРАСОВА Г. Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДОЛОМИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ К ШПАКОВЫМ И КЛИНКЕРНЫМ РАСПЛАВАМ.....	172
<b>ШАПОВАЛОВ А. В., ОВЧИННИКОВ К. В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЭВД И ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА .....	175
<b>ПАЛЬЧЕВСКИЙ Б. В.</b> ЛОГИЧЕСКОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	177
<b>ПЕЩЕНКО Н. К.</b> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ.....	180
<b>РОМАНЧУК Т. А.</b> УМЕНИЕ СТУДЕНТА РАБОТАТЬ С ЛИТЕРАТУРОЙ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ.....	183
<b>РУДЕНКОВ А. С.</b> МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА.....	185

<b>РУДЕНКОВ А. С.</b> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ ИЗНОСОСТОЙКИХ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	188
<b>РУЖИЦКАЯ Е. А.</b> ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА».....	190
<b>СМОЛЯКОВА О. Ф.</b> ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ .....	192
<b>ТУРИЩЕВ Л. С.</b> О СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ УСПЕШНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ В СЕМЕСТРЕ.....	194
<b>ШУТОВА Е. А., ДУБОДЕЛ В. П., ЛАПАТИН А. О.</b> ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ .....	197
<b>ЩУР С. Н.</b> ДИСЦИПЛИНА И ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТЬ КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ.....	199

#### **Секция 4**

#### **Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики**

<b>АМАНОВА М. А., БАЙРАМОВ С. А., ТИЛЕВОВ С.</b> ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ОПТОВОЛОКНА .....	202
<b>АХРАМЕНКО Н. А., ПАВЛЕНКО А. П., ДОЦЕНКО Е. И.</b> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОЛЕЦ ГЕЛЬМГОЛЬЦА .....	204
<b>БОНДАРЬ С. Р., АСТАПЕНКО Д. А., АСТАПЕНКО Г. Г.</b> ПОРТФОЛИО УЧИТЕЛЯ КАК ИНСТРУМЕНТ СИСТЕМАТИЗАЦИИ.....	207
<b>БУЙ М. В., АХРАМЕНКО Н. А.</b> ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИИ СВЕТОВОГО ЛУЧА В НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ .....	208
<b>БУЙ М. В., ДЕЛИКАТНАЯ И. О., ПАВЛЕНКО А. П.</b> РАСЧЕТ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ГРАНИЦЕ ПРОВОДНИК – ВАКУУМ.....	211
<b>ГАСАНОВ М. В., ОРЛОВ В. Н.</b> ТОЧНЫЕ КРИТЕРИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОДВИЖНОЙ ОСОБОЙ ТОЧКИ В КОМПЛЕКСНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА .....	213
<b>ГУЦКО Н. В.</b> СТРОЕНИЕ КОНЕЧНЫХ ГРУПП ПРИ УСЛОВИИ С-КВАЗИНОРМАЛЬНОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ПОДГРУПП СИЛОВСКИХ ПОДГРУПП.....	215
<b>ДАВЫДОВСКАЯ В. В., БУШКО А. А., ВЕЛИЧКО В. А., КЛИМЕНКО В. В.</b> МНОГОСОЛИТОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛАХ КАК МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ КВАЗИСОЛИТОННОГО РЕЖИМА.....	217
<b>ДЖУМАЕВ Б. Р.</b> ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ДИФРАКЦИИ СВЕТА.....	220

<b>ЕСМАН А. К., ЗЫКОВ Г. Л., ПОТАЧИЦ В. А., КУЛЕШОВ В. К.</b> ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНО- И МНОГОПЕРЕХОДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА .....	222
<b>ЖУБАНАЗАРОВ С. Е., ТАСАНОВА А., ЖУБАЕВ А. К.</b> МАТРИЦЫ ОПИСАНИЯ СВЯЗЕЙ В МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРАХ ПАРАМАГНИТНЫХ ФАЗ СИСТЕМЫ Fe-Zr .....	225
<b>ЖУК А. И., ЗАЩУК Е. Н., КОПАЙЦЕВА Т. В.</b> О СХОДИМОСТИ АППРОКСИМИРУЮЩИХ УРАВНЕНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ. СМЕШАННЫЙ СЛУЧАЙ.....	228
<b>ЗЕРНИЦА Д. А., ШЕПЕЛЕВИЧ В. Г.</b> МИКРОСТРУКТУРА ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПЛАСТИН МЕДИ ПРИПОЕМ В ВИДЕ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШЕЙ ФОЛЬГИ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА Sn-6 МАС. % Zn .....	231
<b>IVASHKEVICH A. V., OVSIYUK E. M., RED'KOV V. M.</b> ELECTRODYNAMICS, COMPLEX ROTATION GROUP, MEDIA .....	233
<b>КОВГАР В. В., ПРУСОВА И. В., ПРИХАЧ Н. К.</b> ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ "UP"-КОНВЕРСИИ В ТЕЛЛУРИТНО-ВОЛЬФРАМАТНОМ СТЕКЛЕ, СОАКТИВИРОВАННОМ ИОНАМИ $Yb^{3+}$ И $Er^{3+}$ .....	236
<b>КОЗИНСКИЙ А. А.</b> МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕКСТОВ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ В API KERAS.....	239
<b>КОЛЕСНИКОВ И. А., ГОЛУБ А. А.</b> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА REACT NATIVE .....	242
<b>KRYLOVA N. G., OVSIYUK E. M., IVASHKEVICH A. V., RED'KOV V. M.</b> MAXWELL ELECTRODYNAMICS IN MEDIA. GEOMETRY EFFECTS ON CONSTITUTIVE RELATIONS.....	244
<b>КУЛАК Г. В., НИКОЛАЕНКО Т. В., ШАКИН О. В., ДУБРОВСКАЯ К. Б.</b> ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ ЭЙРИ АКУСТООПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ .....	246
<b>КЫЛЫЧМУРАДОВА М. Ж., ДОСМУХАНОВА А. Ж., ЖУБАЕВ А. К.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕССБАУЭРОВСКОГО СПЕКТРА ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\alpha$ -Fe(Sn).....	249
<b>ЛУКАШЕВИЧ С. А., ШЕРШНЁВ Е. Б., ДУБРОВСКАЯ В. А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТРОПИИ ОБРАЗЦА ИЗ НЕСКОЛЬКИХ АТОМОВ, ОБЛАДАЮЩИХ МАГНИТНЫМИ МОМЕНТАМИ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ .....	252
<b>ЛУКАШЕВИЧ С. А., ШЕРШНЁВ Е. Б., ЛУКАШЕВИЧ Н. В.</b> ИЗЛУЧЕНИЕ ОСЦИЛЛЯТОРА, СОВЕРШАЮЩЕГО КОЛЕБАНИЯ С МАЛОЙ АМПЛИТУДОЙ .....	255
<b>ЛЮЛЬКИН А. Е.</b> ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНОМ УРОВНЕ.....	258
<b>МАКАРЕВИЧ А. В.</b> ВЫВОД УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННО СВЯЗАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	261
<b>МОЖЕЙ Н. П.</b> ОДНОРОДНЫЕ ПРОСТРАНСТВА, НЕ ДОПУСКАЮЩИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ СВЯЗНОСТЕЙ.....	264
<b>МУРАВЬЕВ Г. Л., МУХОВ С. В., ХВЕЩУК В. И.</b> О ПРОТОТИПИРОВАНИИ ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАГРАММ UML.....	266

<b>OANA A., BALAN V., NEAGU M. LOCAL BIANCHI IDENTITIES IN THE TIME-DEPENDENT HAMILTON GEOMETRY ON DUAL 1-JET SPACES .....</b>	<b>269</b>
<b>ОРЛИКОВ Л. Н., ШАНДАРОВ С. М., БУРИМОВ Н. И. ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВУЗА И ШКОЛЫ В ТВОРЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ.....</b>	<b>273</b>
<b>ПИСАНИК Н. Е., ГОЛУБ А. А. ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ KOTLIN ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ .....</b>	<b>275</b>
<b>ПРОНЕВИЧ И. И. ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ НАКЛОННОГО МАЯТНИКА .....</b>	<b>277</b>
<b>САВЕНКО В. С. МОДИФИКАЦИЯ КИНЕТИКИ ДВОЙНИКОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТИ.....</b>	<b>278</b>
<b>САВЕНКО В. С. РАСЧЕТ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ У ГРАНИЦ КЛИНОВИДНОГО ДВОЙНИКА .....</b>	<b>280</b>
<b>ШИЛИНЕЦ У. А., ВЫСОЦКАЯ Д. А. РАШЭННЕ КРАЯВОЙ ЗАДАЧЫ ДЛЯ АДНОЙ СИСТЭМЫ ДЫФЕРЭНЦЫАЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ ПРЫ ДАПАМОЗЕ ІНТЭГРАЛЬНАГА ВЫЯЎЛЕННЯ ПАМПЕЮ – ФЁДАРАВА.....</b>	<b>283</b>
<b>ЩЕРБОВИЧ А. А., САВАСТЕНКО Н. А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАЗМО-АКТИВИРОВАННЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ZnO .....</b>	<b>286</b>

*Научное издание*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ  
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ  
ДИСЦИПЛИНАМ

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

Материалы XIV Международной  
научно-практической интернет-конференции

Мозырь, 29 марта 2022 г.

Корректоры *Т. И. Татарина, Е. В. Сузько*  
Оригинал-макет *Ю. С. Карась*

Подписано в печать 31.05.2022. Формат 60x90 1/8. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 37,5. Уч.-изд. л. 20,07.  
Тираж 88 экз. Заказ 14.

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.