

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



ISBN 978-985-477-940-9



9 789854 779409

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

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

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ДИСЦИПЛИНАМ

Сборник научных трудов

Мозырь
МГПУ им. И. П. Шамякина
2025

УДК 37:0001.895
ББК 74
И66

Печатается по решению научно-технического совета
учреждения образования «Мозырский государственный
педагогический университет имени И. П. Шамякина»
(протокол от 14.05.2025 № 6)

Редакционная коллегия:

В. В. Давыдовская, кандидат физико-математических наук, доцент
(ответственный редактор);

И. Н. Ковальчук, кандидат педагогических наук, доцент;

Г. В. Кулак, доктор физико-математических наук, профессор;

Е. М. Овсюк, доктор физико-математических наук, доцент;

В. С. Савенко, доктор технических наук, профессор;

О. Ф. Смолякова, кандидат педагогических наук, доцент;

О. Г. Соколовская, кандидат филологических наук, доцент

И66 Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим
дисциплинам : сб. науч. тр. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: В. В. Давыдовская (отв. ред.)
[и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2025. – 298 с.
ISBN 978-985-477-940-9.

В сборнике научных трудов представлены результаты научных исследований по использованию инновационных технологий при обучении физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам в учреждениях общего среднего, среднего специального и высшего образования.

Адресуется научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам.

Статьи печатаются в авторской редакции.

УДК 37:0001.895
ББК 74

ISBN 978-985-477-940-9

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2025



Опыт и перспективы использования инновационных технологий в преподавании физико-математических дисциплин в учреждениях общего среднего, среднего специального и высшего образования

УДК 137.132

С.Б. Агалтинова, Л.Г. Шестакова

Пермский государственный научно-исследовательский университет

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ У ПЕДАГОГОВ СПОСОБНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИТ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Статья посвящена модели формирования способности использовать информационные технологии педагогами школы в процессе обучения школьников. Представлены: характеристики исследуемой способности и уровни сформированности (начальный, базовый, продвинутый); компоненты модели ее формирования (целевой, содержательный, технологический, диагностический); тематический план теоретико-методического семинара на 72 ч.

Ключевые слова: педагоги школы, способность использовать информационные технологии, процесс обучения.

Введение. В настоящее время владение информационно-коммуникационными технологиями является необходимым умением, характеризующим современного педагога. На это его ориентирует Профстандарт, где поставлена задача использования информационных технологий в профессиональной деятельности. Вопросы, касающиеся возможности использования информационных технологий педагогами школы, нашли своё отражение в литературе.

Н.А. Пронина считает, что использование информационно-коммуникационных технологий в сфере образования помогает обогатить и разнообразить образовательный процесс в современной школе, а также повысить качество обучения [1]. С.Б. Агалтинова, Л.Г. Шестакова рассматривают возможность использования цифровых ресурсов для организации самостоятельной работы школьников [2].

Цель исследования: разработать модель формирования у педагогов способности использовать ИТ для организации самостоятельной работы обучающихся.

Методы исследования: теоретический анализ и синтез литературы, опрос педагогов школы, моделирование.

База исследования: МАОУ «СОШ № 12» Соликамского городского округа.

Основная часть. Опрос педагогов школы и беседа с администрацией показали необходимость целенаправленной работы по формированию у учителей способности использовать информационные технологии и цифровые ресурсы для организации самостоятельной работы обучающихся (СРО).

На основе анализа литературы была разработана модель формирования у педагогов способности использовать ИТ для организации СРО (рисунок 1), состоящая из четырех компонентов: целевой; содержательный; технологический и диагностический (оценочно-результативный).

Модель была положена в основу разработки программы обучения педагогов на базе школы.

Целевой компонент предполагает деятельность на определение исходного уровня способности (готовности) использовать ИТ педагогами школы для организации самостоятельной работы обучающихся (СРО), а также умения работать в современных образовательных платформах. В составе рассматриваемой способности педагога выделены составные элементы:

- планирует и реализует оценку и контроль результатов по использованию ИТ для организации СРО (P1);
- организует обратную связь и использует её в своей профессиональной деятельности (P2);
- выявляет трудности при использовании ИТ в организации СРО и реализует программу их преодоления (P3);
- эффективное взаимодействие с обучающимися в условиях безопасного использования ими ИТ в самостоятельной работе (P4).

Входное исследование сформированности выделенных характеристик стало предпосылкой для организации длительного теоретико-методического семинара для педагогов школы.

Содержательный компонент представляет собой теоретический материал по современным образовательным платформам и Интернет-ресурсами, с помощью которых можно организовать СРО. Характеристика содержания теоретико-методического семинара представлена в таблице 1.



Рисунок 1 – Модель формирования у педагогов способности использовать ИТ в процессе обучения

Таблица 1 – Тематический план теоретико-методического семинара

Наименование раздела	Всего, часы	Аудиторные занятия		СРС, часы
		Лекции, часы	Практические, часы	
Современные образовательные платформы и интернет-ресурсы как инструмент работы педагога: теоретический аспект	16	2	4	10
Методические приемы и обеспечение использования ИТ для организации СРО и оценки ее результатов. Организация обратной связи и использование ее результатов участниками образовательных отношений	22	4	4	14
Практикум по разработке оценочных материалов и средств использования ИТ для организации СРО	24	4	6	14
Итоговый контроль (комплексный проект)	10		2	8
ИТОГО	72	14	28	66

Технологический компонент представлен формами, приёмами и видами работ с педагогами, направленными на использование ими ИТ для организации СРО. Формат проведения занятий: обсуждения с элементами дискуссии; деловые игры; проектирование; мастер-классы; презентации разработок.

Диагностический компонент представлен критериями для выявления уровня сформированности способности использовать ИТ для организации самостоятельной работы обучающихся педагогами школы. Выделено три уровня сформированности: начальный, базовый и продвинутый.

Начальный уровень. Педагог, в основном, демонстрирует знания и умения, входящие в состав Р1, Р2, Р3, Р4. Педагог может допускать негрубые ошибки, затрудняется в аргументации и коррекции выявленных недостатков. Мотивация и самостоятельность педагога в использовании ИТ низкие.

Базовый уровень характеризуется тем, что педагог демонстрирует знания и умения, входящие в состав Р1, Р2, Р3, Р4; может аргументировать и приводить примеры из собственного опыта; применять ИТ в работе с обучающимися. Допускает негрубые ошибки, которые может сам откорректировать. Заинтересованность, мотивация и самостоятельность педагога хорошие.

Продвинутый уровень характеризуется хорошими знаниями, умениями и имеющимся опытом педагогами по использованию ИТ для организации самостоятельной работы обучающихся. Уровень заинтересованности, мотивации и самостоятельности педагога высокий.

В настоящее время описанная модель находится на стадии внедрения в работу с педагогами МАОУ «СОШ №12» Соликамского городского округа. Промежуточные результаты внедрения положительные.

Практическая значимость результатов исследования состоит в программе теоретико-методического семинара, которую можно использовать в работе с педагогами, в том числе для повышения их квалификации.

Список использованных источников

1. Пронина, Н.А. Использование информационно-коммуникационных технологий в современной школе / Н.А. Пронина // Актуальные проблемы педагогики и психологии. – 2022. – Том 3, № 3. – С. 17–21.

2. Агалтинова, С.Б. Обучение студентов использовать цифровые ресурсы для организации самостоятельной работы обучающихся / С.Б. Агалтинова, Л.Г. Шестакова // Актуальные проблемы математики и естественных наук : материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 100-летию со дня рождения к.п.н., доцента В.Л. Рабиновича. – Петропавловск-Баку-Сургут, 2023. – С. 422–427.

УДК 372.851

Д.А. Астапенко¹, Г.Г. Астапенко²

¹ГУО «Средняя школа № 15 г. Мозыря имени генерала Бородунова Е.С.»

²ГУО «Зимовицкая базовая школа Мозырского района»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Компетентностный подход в образовании – формирование ключевых образовательных компетенций, трактующихся как совокупность умений, знаний, нормативно-ценностных установок, необходимых для эффективного решения личностных и социально значимых проблем в определенных сферах деятельности и культуры.

Ключевые слова: компетентность, компетентностно-ориентированные задания, приёмы, информация, читательская грамотность.

Введение. Уходит эпоха «образования на всю жизнь». На смену приходит новая эпоха, принцип которой «образование длиною в жизнь», эпоха, которая востребовала человека с иными качествами. Системные преобразования и глобальные перемены, происходящие в мире, оказывают огромное влияние на процесс обучения математике в общеобразовательных учреждениях Республики Беларусь и требуют его приведения в соответствие с современной образовательной средой.

Что же именно, какие качества и какие способности необходимы человеку современности и ближайшего будущего? Это вопрос общечеловеческий. Это человек предприимчивый и творческий, самостоятельный и ответственный. Он способен видеть и решать проблемы самостоятельно, а также в команде, готов и способен постоянно учиться новому, как в жизни, так и на рабочем месте. Он самостоятельно и при помощи других находит и применяет нужную информацию и т.д. Все вышеперечисленные свойства и качества необходимы любому человеку и в любой профессиональной деятельности. Они называются ключевыми компетентностями [1, с. 125–128].

Компетентность – это умение применить накопленные знания в практической деятельности в повседневной жизни. А развитие этих самых компетентностей и есть основная задача образования. Реализации данной цели как нельзя лучше способствует применение компетентностно-ориентированных заданий, которые развивают читательскую грамотность. Именно они способны изменить организацию традиционного урока, способствуют формированию системы универсальных учебных действий, обеспечивают условия для применения предметных знаний, умений, навыков в новых, незнакомых для

учащихся межпредметных ситуациях, и, как следствие, способствуют приобретению учащимися опыта решения задач жизненного характера. Обучающийся начинает читать вдумчиво, осознанно.

Российский ученый А. В. Хуторской выделяет 7 ключевых компетенций.

1. Общекультурная компетенция;
2. Социально-трудовая компетенция;
3. Информационная компетенция;
4. Коммуникативная компетенция;
5. Ценностно-смысловая компетенция;
6. Учебно-познавательная компетенция;
7. Компетенция личностного самоопределения.

Компетентностное обучение ориентировано на развитии личности, культуры мышления, аналитической рефлексии, самостоятельности и ответственности за принятие решений. Все это должно быть в единстве с духовными и моральными ценностями личности.

Компетентностно-ориентированное задание любого типа и уровня имеет, согласно исследованию Н. Ф. Ефремовой, пятикомпонентную структуру: стимул (введение в проблему), собственно формулировку задания, указание на источник информации, бланк для выполнения задания и инструментарий для его проверки [2].

Компетентностно-ориентированные задания – это задания, в основе которых знания и умения, которые будут реализоваться (применяться) в практической деятельности. Эти задания требуют от учащегося применения знаний и умений в новых ситуациях, освоения новых видов учебной работы, оказывают положительное влияние на развитие приемов мышления, способствуют повышению мотивации и интереса к предмету [3].

В 5-м и 6-м классах важно научить детей гибкому чтению на уроках математики. Задания к упражнениям по степени сложности могут быть разными:

- определять главное и второстепенное в тексте задачи;
- сопоставлять данные по тексту, соотнести их характеристики;
- уметь формулировать вопросы по данным задачи (текста);
- составлять задачи по схеме (рисунку), используя частичные данные;
- вычленять новую информацию из текста и сформировать ее главную мысль по отношению к тексту;
- развивать механизм формирования научной речи, умение грамотно выражать свои мысли;
- формировать навыки работы с готовой информацией, работать по алгоритму (схеме) из одного источника информации.

Наиболее часто используемыми стратегиями работы с текстом являются «Чтение с остановками», «Чтение про себя с пометками (Инсерт)», «Вопросы к тексту учебника».

Первая стратегия универсальна и применима в любом возрасте учащихся. Ее цель – управление процессом осмысления текста во время его чтения. Суть заключается в чтении отрывка текста и ответов на вопросы к нему до перехода к следующему отрывку. В зависимости от текста вопросы могут быть направлены на понимание текста, на прогноз содержания следующего отрывка или же и теми, и другими.

Вторую стратегию лучше использовать с подготовленными детьми, у которых уже есть навыки работы с текстом. Заключается она в том, что учащиеся про себя читают объяснительный текст учебника с карандашом в руках и ставят пометки, например, «+» – знаю, «-» – не знаю, «?» – надо обсудить. Можно параллельно заполнять таблицу в тетради, чтобы затем проще было обсуждать. Дальнейшее обсуждение может быть организовано в парах, группах или же фронтально.

В качестве примера применения стратегии «Вопросы к тексту учебника» можно отнести работу с вопросами к тексту параграфа «Линейные и столбчатые диаграммы» (5 класс).

Стратегия формирует умение самостоятельно работать с информацией, формулировать вопросы, работать в парах.

1. Прочитайте текст.
2. Какие слова встречаются в тексте наиболее часто? Сколько раз?
3. Какие слова выделены жирным шрифтом? Почему?
4. Если бы вы читали текст вслух, то как бы вы дали понять, что это предложение главное? (Речь идет о выделении фразы голосом. Здесь скрывается ненавязчивое, но надежное заучивание.)
5. Какие виды диаграмм вы теперь знаете?
6. В каких случаях используют столбчатые, а в каких линейные?
7. Из каких столбиков может состоять столбчатая диаграмма?
8. В каких задачах лучше использовать диаграмму из вертикальных столбиков, а в каких из горизонтальных? Приведите примеры.

Данная работа облегчает подготовку к выполнению заданий с диаграммами по математике в 5 классе и в 6 классе [4].

На своих уроках используем приём «Верные и неверные утверждения».

Приём «Верные и неверные утверждения», способствует актуализации знаний учащихся и активизации мыслительной деятельности, дает возможность быстро включить детей в работу и логично

перейти к изучению темы урока. Формируется умение оценивать ситуацию или факты, умение анализировать информацию, умение выражать свое мнение.

Учащимся предлагается выразить свое отношение к ряду утверждений по правилу: верно или неверно.

Иван Максимов принимает участие в исследовательской деятельности. Для своего проекта он в своем классе провел опрос, кто из ребят знает про исторические фильмы и смотрит их. По проведении опроса, Иван получил четыре варианта ответа:

Выберите верное (-ые) утверждение (-я):

1. Более 2/3 смотрели исторические фильмы.

2. Тех, кто никогда не смотрел исторические фильмы, меньше, чем ребят, которые смотрели.

3. Фильмы про Древнюю Русь смотрели практически все ребята в классе.

Правильный ответ:

Т.к. фильмы про Древнюю Русь смотрело меньшее количество ребят, чем фильмы про Вторую мировую войну и Российскую Империю.

Ответ: 1 и 2.

Хорошо себя зарекомендовал приём «Попробуй найти!».

Сообщаем классу название главы или параграфа. Учащиеся должны быстро с помощью оглавления найти данный раздел учебника и зачитать несколько строк из него. Тем самым развиваются внимательность, быстрота реакции, ориентация в логическом изложении математического материала в учебнике. У учащихся возникает желание получить определенные знания.

Также интересен и такой приём: просим открыть учебник на заданной странице и посмотреть, какие задачи им предстоит решать. Ответить на вопросы: Сколько всего заданий? Как узнали? Сформулируйте тему, по которой необходимо решить задачи?

Проблема использования компетентностно-ориентированных заданий для повышения уровня читательской грамотности учащихся на уроках математики представляет огромную значимость для методики преподавания математики.

Использование компетентностно-ориентированных заданий для повышения читательской грамотности позволяет активизировать самостоятельную учебную деятельность школьника, изменив характер его работы, позицию и характер деятельности учителя.

На успеваемость ребенка влияет огромное количество факторов. На уроках математики мы должны учить не только математической грамотности, но и читательской: уметь эффективно добывать и анализировать нужную информацию, сортировать большой объем информации; уметь работать с несколькими источниками одновременно. А для этого на уроках необходимо применять особые приемы и использовать соответствующие компетентностно-ориентированные задания для формирования читательской грамотности.

Список использованных источников

1. Епишева, О.Б. Технология обучения математике на основе деятельностного подхода : кн. для учителя / О.Б. Епишева. – М. : Просвещение, 2013. – 223 с.

2. Ефремова, Н.Ф. Формирование и оценивание компетенций в образовании. – Ростов н/Д : Аркол, 2017.

3. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2015. – № 11.

4. Пирютко, О.Н. Методика преподавания математики в 5–6 классах. Функциональная грамотность : учеб.-метод. пособие для учителей учреждений общ. сред. образования с белор. и рус. яз. обучения / О.Н. Пирютко. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2023.

УДК 372.862

О.В. Афанасьева, О.М. Кирпиченко
ГУО «Средняя школа № 7 г. Калинковичи»

РАЙОННЫЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КАЛИНКОВИЧСКОГО РАЙОНА

В статье описывается опыт организации работы районного инженерно-технического центра, приведены объединения по интересам, факультативы, проводимые на базе центра, представлены эффективные формы работы.

Ключевые слова: инженерно-технический центр, инженерные классы, техническое образование.

Введение. Районный инженерно-технический центр создан на базе государственного учреждения образования «Средняя школа № 7 г. Калинковичи» на основании приказа отдела образования Калинко-

вического райисполкома от 30.08.2024 № 818 с целью совершенствования системы работы по выявлению и поддержке высокомотивированных и одаренных учащихся, вовлечения их в инновационную и научно-исследовательскую деятельность, формирования у учащихся инженерно-технического мышления для дальнейшего профессионального самоопределения.

Деятельность центра осуществляется в соответствии с Положением об инженерно-техническом центре, Дорожной картой по развитию сети инженерно-технических центров (ИТЦ) и планом работы ИТЦ на учебный год, согласованным с отделом образования Калининковского райисполкома.

Инженерно-технический центр оснащен комплексом современного робототехнического оборудования РОББО: 3D-принтером, робототехническими платформами, наборами схемотехники и микроэлектроники, техническими мини-лабораториями, с помощью которого учащиеся получают практические навыки конструирования и программирования роботов.

Для организации работы центра оборудован отдельный кабинет, в котором имеется 9 стационарных компьютеров, 7 ноутбуков, принтер, сканер, мультимедийный борд, 3D-принтер, 7 РОББО-комплектов, современная мебель.

Коллектив педагогов инженерно-технического центра состоит из 2 учителей информатики, 1 учителя физики ГУО «Средняя школа № 7 г. Калинковичи» и 1 педагога дополнительного образования ГУО «Центр технического творчества детей и молодежи г. Калинковичи». Такое сотрудничество позволяет осуществлять обучение детей разных возрастных категорий.

На базе инженерно-технического центра осуществляются следующие направления деятельности:

1. Образовательная деятельность по реализации учебных программ основного и дополнительного образования на учебных занятиях по учебным предметам естественно-математического направления, факультативных занятиях, во внеурочной деятельности, в объединениях по интересам естественно-математического и технического профилей.

В 2024/2025 учебном году на базе ИТЦ организовано изучение факультативных занятий: «Изучение основ робототехники» (2 класс); «Изучение основ робототехники» (3 класс); «Алгоритмизация и программирование» (5 класс); «Изучение основ робототехники» (6 класс); «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» (10 класс); «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» (11 класс).

На основании приказа отдела образования от 16.09.2024 г. № 881 организована работа межшкольного факультатива по информатике «Интеллектуал» для 5–7 классов и 2–4 классов.

Проводятся объединения по интересам: «Развивающая информатика» (2 класс); «Академия креативных технологий» (5 класс); «Мир информатики» (6 класс); «Технологии и креативное программирование» (7 класс); «Основы исследовательской деятельности» (8–9 класс); «Электроника». Знания, полученные на факультативных занятиях, учащиеся используют при разработке проектов для поступления в НДТ.

В 2024/2025 учебном году на базе центра экспериментально работает объединение по интересам «Основы исследовательской деятельности» под руководством кафедры «Технология и методика преподавания» БНТУ. Учащиеся, посещающие данное объединение, в октябре 2024 года посетили НДТ, познакомились с образовательными направлениями и приступили к разработке проектов для поступления.

В нынешнем учебном году организовано проведение занятий объединения по интересам «Основы робототехники» для учащихся с ОПФР. Для методического сопровождения педагогами учреждения разработаны многоуровневый интерактивный плакат «Путешествие в Роболандию» и рабочая тетрадь для учащихся.

В учреждении образования на базе 10 и 11 классов функционируют группы инженерной направленности с изучением на повышенном уровне учебных предметов «Математика» и «Физика». Для данных групп на базе инженерно-технического центра проводятся факультативные занятия «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию».

Для предоставления учащимся более широкого спектра возможностей заключены договоры о сотрудничестве с Белорусским национальным техническим университетом, Гомельским государственным техническим университетом имени П.О.Сухого, а также с ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод».

2. Организационно-методическая деятельность ИТЦ реализуется посредством предоставления имеющихся материально-технических, педагогических, информационных, интеллектуальных, программно-методических ресурсов для подготовки и проведения научно-практических конференций, семинаров, конкурсов, мастер-классов, иных мероприятий как районного, так и городского уровней; подготовки и экспертизы работ учащихся и педагогов; организации исследовательской, творческой, интеллектуальной деятельности учащихся; организации методических консультаций по формированию естественно-математического и инженерного мышления учащихся.

Важным условием повышения мотивации обучающихся и их самореализации является участие в профильных олимпиадах, конкурсах различных уровней. В прошлом учебном году ребята инженерной группы приняли участие в областном слете инженерных классов «Индустрия 4.0».

Учащиеся также посещают лекции в рамках научно-популярного StandUp «Нестандартные решения. Думай, как инженер!» на базе ГУО «Гомельский областной центр технического творчества детей и молодежи».

С целью создания условий для профессионального самоопределения учащихся, оказания им поддержки в процессе выбора профессиональной сферы деятельности организовываются экскурсии на предприятия. Так, учащиеся посетили ОАО «БЕЛАЗ», КПУП «Калинковичский мебельный комбинат», ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод», Локомотивное ДЕПО, кондитерскую фабрику «Красный мозырянин», филиал Калинковичводоканал. Также были организованы научные выходные в НДТ, посещен музей экспериментальных наук «Квантум» в г. Минск.

Каждый месяц для учащихся школ города и района проводятся мастер-классы по основам робототехники. Так, в октябре-ноябре 2024 года ИТЦ посетили учащиеся 3–4 классов гимназии, для которых были проведены мастер-классы «Знакомство с миром роботов».

На зимних каникулах на базе ИТЦ в рамках работы оздоровительного лагеря организовано проведение IT-смены для учащихся 7 классов, в ходе которой ребята познакомились с миром IT-специальностей, освоили азы языка программирования Python, приняли участие в открытом диалоге с представителями IT-компаний.

3. Информационно-методическая работа ИТЦ государственного учреждения образования «Средняя школа № 7 г. Калинковичи» осуществляется путем участия в формировании банка методической информации; изучении эффективного педагогического опыта и его распространения; участия в разработке программ, примерной учебно-программной документации; разработки и внедрения инновационных образовательных технологий; организации и проведения педагогических конференций, семинаров, практикумов и т.д.; проведения исследовательских, проектных работ; формирования библиотеки современной учебно-методической и педагогической литературы, медиатеки, аудиовизуальных и интерактивных средств.

На базе центра проходят учебно-методические объединения учителей естественно-математического профиля, классных руководителей, различные обучающие семинары, мастер-классы. Были проведены мастер-классы для учащихся педагогической группы и студентов МГПУ им. И.П. Шамякина. Прошла презентация ИТЦ для руководителей учреждений образования Калинковичского района.

Для успешной работы инженерно-технического центра необходимо непрерывное саморазвитие педагогов. Этому в большой степени способствует общение с коллегами, которые являются руководителями таких же центров. Кроме того, Академией образования предлагаются курсы повышения квалификации. В июне руководитель центра Афанасьева О.В. освоила программу курсов «Использование робототехнического оборудования в образовательном процессе учреждений общего среднего образования (на базе комплектов «Robbo»))» на базе НДТ, прошла дистанционные курсы «Педагогические стратегии реализации программы факультативного занятия «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию»». В данное время проходит курсы по графическому дизайну на базе УО «Гомельский областной центр технического творчества детей и молодежи», так как в следующем учебном году планируется открытие объединения по интересам «Графический дизайн».

Проекты, разработанные педагогами и учащимися ИТЦ, принимают участие в различных мероприятиях. Опыт работы с интерактивным плакатом «Путешествие в Роболандию» был представлен на Республиканском форуме педагогов дополнительного образования детей и молодежи «Мозаика ОУР (образование в интересах устойчивого развития)», VII Международной научно-практической конференции «Образование: методики, проекты, инновации», II Международной научно-практической конференции «Специальное образование в современном мире: ценности, традиции и инновации», II международной научно-практической конференции «Образование в интересах будущего».

УДК 537.2

Н.А. Ахраменко, М.В. Буй, И.О. Деликатная
Белорусский государственный университет транспорта

НАГЛЯДНЫЕ И ПРОСТЫЕ МОДЕЛИ МУЛЬТИПОЛЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА

В статье рассматривается простой и легко масштабируемый метод построения наглядных моделей мультиполей любого порядка, позволяющий естественным способом получать соответствующие выражения для характеристик (потенциала и напряженности) создаваемых ими электростатических полей в точках, расположение которых соответствует требованиям осевой симметрии.

Ключевые слова: мультиполь, модель, электрическое поле, потенциал, напряженность.

Введение. При рассмотрении электростатических полей, создаваемых системой зарядов на расстояниях, много больших по сравнению с размерами этой системы, используется мультипольное разложение, соответствующее сходящемуся ряду по малому параметру. В качестве малого параметра чаще всего выступает отношение характерного линейного размера системы к характерному расстоянию от системы до рассматриваемой точки [1]. При этом используются достаточно сложные и громоздкие формулы, опирающиеся, например, на разложения с помощью трехмерного ряда Тейлора или на использование сферических функций [2].

Если строение монополя, диполя, квадруполь и, в меньшей степени, октуполя еще можно себе представить, то при рассмотрении мультиполей следующих порядков всякая наглядность пропадает. Еще меньшая наглядность проявляется при расчете основных характеристик соответствующих электростатических полей (потенциала и напряженности). И хотя часто в прикладных задачах оказывается достаточным учесть лишь несколько первых мультиполей, желательно иметь достаточно наглядные примеры систем, поля которых соответствуют мультиполям любых порядков.

В [3] приводится следующая методика построения мультиполей: перенесем заряд e на вектор $\vec{a}_1$ и в точку, где он находился, поместим новый заряд $-e$. Так строится диполь ($n = 1$). Сместим теперь диполь на вектор $\vec{a}_2$ и в точки, где размещались прежние заряды, поместим заряды противоположных знаков. Так получается квадруполь, соответствующий значению $n = 2$. Совершив указанную операцию n раз, мы и получим 2^n -поль.

Модели мультиполей с зарядами, расположенными на одной прямой

В данной работе построение мультиполей производится таким образом, что все заряды лежат на одной прямой. При этом поле будет рассматриваться в точках, удаленных от мультиполей и лежащих на той же прямой, на которой расположены заряды мультиполей.

Рассмотрим переход от монополя (мультиполь нулевого порядка) к диполью (мультиполь первого порядка). Возьмем положительный точечный заряд q . Процедура перехода будет заключаться в «инверсном дублировании со сдвигом», а именно: добавляем второй заряд такой же величины, но противоположный по знаку («инверсное дублирование») в ту же точку, где находится первый заряд (переход 1 на рисунке 1) и сдвигаем его влево по отношению к исходному заряду на малую величину l (характерный линейный размер системы, упоминавшийся выше) (переход 2 на рисунке 1).

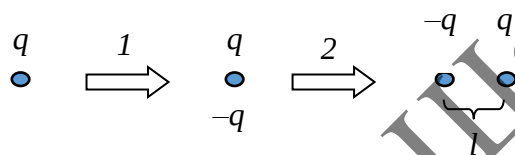


Рисунок 1 –Переход от монополя к диполью

Таким образом, получается диполь с величиной дипольного момента ql . Создаваемое поле будем рассматривать в точках, расположенных на оси получившегося диполя (рисунок 2).

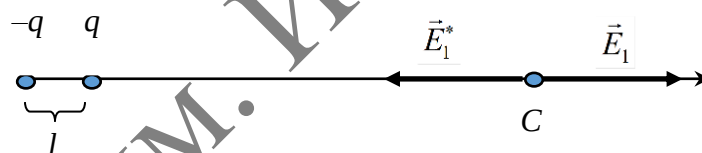


Рисунок 2 –Электрическое поле диполя в т. С

При этом по принципу суперпозиции потенциал и напряженность могут быть получены по формулам, приведенным ниже (здесь учтена малость отношения размера системы к расстоянию до рассматриваемой точки, $l \ll r$) [4; 5]:

$$\varphi_1 = \varphi_+ + \varphi_- = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (r+l)} \approx \frac{ql}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \quad (1)$$

$$E_1 = E_+ + E_- = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^2} \approx \frac{2ql}{4\pi\epsilon_0 r^3}, \quad (2)$$

где φ_+ и φ_- – потенциалы зарядов q и $-q$ в точке C , E_+ и E_- – напряженность электрического поля зарядов q и $-q$ в точке C , ϵ_0 – электрическая постоянная.

Аналогично можно поступить, взяв два диполя (на рисунке 3 второй диполь подвергается инверсии и сдвигу влево (аналогично операциям 1 и 2 на рисунке 1)).

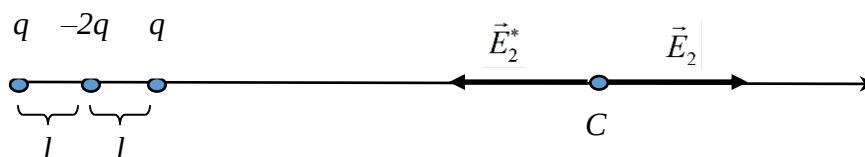


Рисунок 3 –Электрическое поле квадруполь в т. С

Получившаяся система является мультиполем второго порядка или квадруполем. По принципу суперпозиции потенциал и напряженность могут быть получены по формулам, приведенным ниже

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \varphi_1^* = \frac{ql}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \frac{ql}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^2} \approx \frac{2ql^2}{4\pi\epsilon_0 r^3}, \quad (3)$$

$$E_2 = E_1 + E_1^* = \frac{2ql}{4\pi\epsilon_0 r^3} - \frac{2ql}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^3} \approx \frac{6ql^2}{4\pi\epsilon_0 r^4}, \quad (4)$$

где φ_1 и φ_1^* – потенциалы диполей (исходного и смещенного влево с инверсией) в точке C , E_1 и E_1^* – напряженность электрического поля диполей (исходного и смещенного влево с инверсией) в точке C .

Соотношения для потенциала и напряженности (3) и (4) похожи на соответствующие формулы (1) и (2).

Точно таким же образом из двух квадруполей (исходного и смещенного влево с инверсией) получается мультиполь третьего порядка или октуполь (рисунок 4).

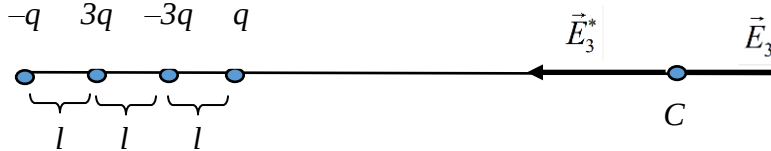


Рисунок 4 – Электрическое поле октуполя в т. C

По аналогии с соотношениями (1) и (3) получим выражение для его потенциала:

$$\varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_2^* = \frac{2ql^2}{4\pi\epsilon_0 r^3} - \frac{2ql^2}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^3} \approx \frac{6ql^3}{4\pi\epsilon_0 r^4}, \quad (5)$$

где φ_2 и φ_2^* – потенциалы квадруполей (исходного и смещенного влево с инверсией) в точке C .

По аналогии с соотношениями (2) и (4) получим выражение для напряженности электрического поля:

$$E_3 = E_2 + E_2^* = \frac{6ql}{4\pi\epsilon_0 r^4} - \frac{6ql}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^4} \approx \frac{6ql^2}{4\pi\epsilon_0 r^5}, \quad (6)$$

где E_2 и E_2^* – напряженность электрического поля квадруполей (исходного и смещенного влево с инверсией) в точке C .

Метод построения моделей мультиполей более высоких порядков очевиден и аналогичен вышеприведенным. Строение мультиполей до порядка $n = 4$ включительно приведено на рисунке 5.

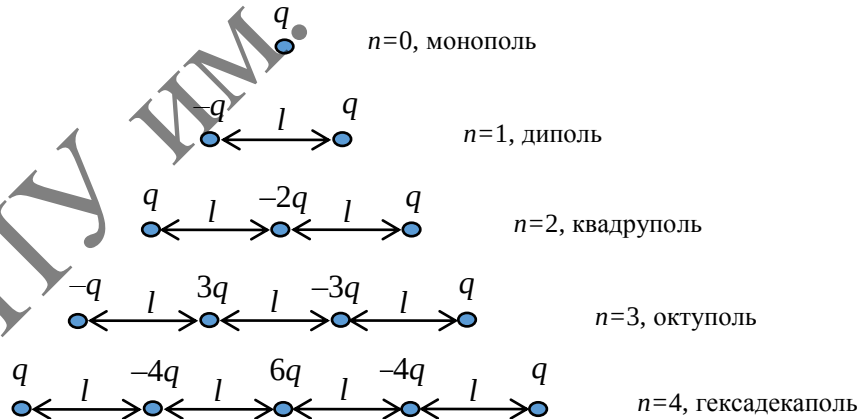


Рисунок 5 – Строение мультиполей до порядка $n = 4$ включительно

Из используемого алгоритма построения следует, что знакопеременные безразмерные величины зарядов в цепочках подчиняются правилу треугольника Паскаля.

Анализ соотношений (1), (3) и (5) позволяет получить общую формулу для потенциалов полей приведенных моделей. Так, положим, что потенциал электростатического поля мультиполя n -го порядка описывается следующей формулой (с неизвестным пока коэффициентом A_n):

$$\varphi_n = \frac{A_n ql^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+1}}. \quad (7)$$

Тогда потенциал поля следующего по порядку мультиполя может быть получен использующимся выше способом:

$$\varphi_{n+1} = \frac{A_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+1}} - \frac{A_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^{n+1}} \approx \frac{(n+1)A_n q l^{n+1}}{4\pi\epsilon_0 r^{n+2}}. \quad (8)$$

Из соотношений (7) и (8) следует, что $A_{n+1} = (n+1) A_n$. Так как $A_0 = 1$, то для коэффициента A_n получается простая формула

$$A_n = n!. \quad (9)$$

Подставив выражение (9) в соотношение (7), получим общую формулу для потенциала

$$\varphi_n = \frac{n! q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+1}}. \quad (10)$$

Анализ соотношений (2), (4) и (6) позволяет получить общую формулу для напряженностей полей приведенных моделей (здесь уместно напомнить, что рассматриваются только точки, лежащие на продолжении соответствующих цепочек зарядов и находящиеся достаточно далеко). Так, положим, что напряженность электростатического поля мультиполя n -го порядка описывается следующей формулой (с неизвестным пока коэффициентом B_n):

$$E_n = \frac{B_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+2}}. \quad (11)$$

Тогда напряженность поля, следующего по порядку мультиполя, может быть получена, используя выше способом:

$$E_{n+1} = \frac{B_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+2}} - \frac{B_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 (r+l)^{n+2}} \approx \frac{(n+2)B_n q l^{n+1}}{4\pi\epsilon_0 r^{n+3}}. \quad (12)$$

Из соотношений (11) и (12) следует, что $B_{n+1} = (n+2) B_n$. Так как $B_0 = 1$, то для коэффициента B_n получается простая формула

$$B_n = (n+1)!. \quad (13)$$

Подставив выражение (13) в соотношение (11), получим общую формулу для напряженности поля

$$E_n = \frac{(n+1)! q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+2}}. \quad (14)$$

Полученные выражения для коэффициентов A_n и B_n можно проверить, используя для получения связи между ними известное соотношение, связывающее напряженность и потенциал электрического поля [6; 7]:

$$E_n = -\frac{d\varphi_n}{dr}.$$

Так из формулы (7) вытекает:

$$E_n = -\frac{d}{dr} \left(\frac{A_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+1}} \right) = \frac{(n+1)A_n q l^n}{4\pi\epsilon_0 r^{n+2}},$$

откуда сразу следует $B_n = (n+1) A_n$, что согласуется с формулами (9) и (13).

Заключение. В традиционном изложении соответствующего материала используются геометрические объекты: отрезок, квадрат, куб. Далее необходимо переходить к четырехмерному пространству (при рассмотрении гексадекаполя), что лишает рассмотрение всякой наглядности. Следующие порядки мультиполей требуют пространств все большего числа измерений. Расчет характеристик соответствующих полей достаточно прост только для монополя и диполя. Построенные модели позволяют наглядно представить объекты, соответствующие мультиполям сколь угодно больших порядков, обладают осевой симметрией, а также допускают достаточно простой расчет создаваемых ими электростатических полей в симметрично расположенных точках. Хотя таким же простым образом затруднительно представить мультиполи другого (несимметричного) строения и рассчитать характеристики их полей в произвольных точках.

Список использованных источников

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т. 2. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. – 512 с.
2. Гладких, В.А. О мультипольном разложении потенциала в декартовых координатах / В.А. Гладких, А.И. Мазур // Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы // Вестник ТОГУ. – 2017. – № 3 (46). – С. 51–60.
3. Терлецкий, Я.П. Электродинамика : учеб. пособие для студентов университетов / Я.П. Терлецкий, Ю.П. Рыбаков. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 2006. – 560 с.
5. Савельев, И.В. Курс общей физики : в 3 т. / И.В. Савельев. – М.: Наука, 1988. – Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 480 с.
6. Raymond A. Serway. Physics for Scientists and Engineers (with PhysicsNOW and info Trac) / Raymond A. Serway, John W. Jewett: 6 th ed., Thomson Brooks/Cole, 2004. – 1296 p.
7. Шиляева, К.П. Физика. Краткая теория и задачи : пособие / К.П. Шиляева, И.О. Деликатная, Н.А. Ахраменко. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 211 с.

ИЗ ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ КУРСАНТАМ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

В статье рассматриваются проблемы реализации прикладной направленности обучения высшей математике, занимающего значимое место в системе подготовки военных инженеров, важность междисциплинарных связей, а также некоторые методы изложения учебного материала в случае низкого уровня базовых знаний обучающихся.

Ключевые слова: математика, высшие военные заведения, прикладная направленность обучения, междисциплинарные связи, методика преподавания.

Введение. Математика лежит в основе инженерного образования, является фундаментальной дисциплиной, на которую опираются все последующие общенаучные и технические дисциплины.

Изучение математических дисциплин является важной частью в системе подготовки военных инженеров, так как они формируют логическое мышление, умение обобщать, критически осмысливать, систематизировать полученные знания и навыки, прогнозировать развитие ситуации.

Курс высшей математики является такой базой, которая, с одной стороны, дает будущему военному инженеру методологию научного познания в целом (что, в частности, актуально в парадигме подготовки военных кадров высшей научной квалификации), а с другой – становится основой профессиональной подготовки. Без базового курса математики невозможно успешное изучение других дисциплин, и, как следствие, будущая служба в Вооруженных силах в связи с постоянной модернизацией средств вооруженной борьбы: введения в строй новых современных образцов вооружения, основанных на применении электронно-вычислительных средств, элементов робототехники, высококачественных систем поиска и поражения противника, автоматизации развертывания и применения боевой техники – все это требует от военного специалиста инженерных и математических знаний [1].

Математика как учебная дисциплина обладает огромным воспитательным и мировоззренческим потенциалом, заключающимся в связях с другими предметами. Исходя из этого, следует формировать у курсантов профессионально-ориентированные математические знания, которые имеют направленность на получаемую военную специальность по профилю выбранной специализации. Необходимо использовать эффективные образовательные технологии, формировать задачи таким образом, чтобы у курсантов возникала потребность в получении определенных математических знаний, умений и навыков. Профильная мотивация изучения математики формируется не только посредством решения системы прикладных задач, но и необходимостью объяснения курсантам с самого начала обучения, как и в каких дисциплинах они смогут применять полученные математические знания.

Словом, цель современного образования – прикладная направленность обучения. В частности, в результате изучения математических дисциплин курсанты должны уметь решать военно-прикладные задачи с использованием элементов дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей.

Возникает главный вопрос: как на практике реализовывать профессионально-ориентированный подход обучения высшей математике.

На сегодняшний день на пути решения поставленных задач существуют три основные проблемы:

- 1) низкий уровень школьной математической (и не только) подготовки курсантов;
- 2) недостаточное количество отводимых часов для необходимого объема материала;
- 3) в большом ряде случаев отсутствие мотивации в получении знаний у курсантов.

Третья проблема представляется наиболее важной. Сегодня иногда создается впечатление, что обилие информации создает избыточную когнитивную нагрузку. В этом случае курсант не в состоянии пропустить через свою рабочую память все объяснения, и, как следствие, обучение не достигает цели. Иногда дополнительные сведения мешают усвоить формулу и действия по ее реализации. Выход – убрать из учебного материала все, что не относится к теме. И когда базовое представление сформировано, вернуться к дополнительной мотивации. Например, при изучении рядов и преобразований Фурье можно, определив сигнал как физический процесс, протекающий в той или иной среде, системе и т.д., отметить, что в наиболее общей формулировке это зависимость одной величины от другой, и говорить в дальнейшем с математической строгостью о функции.

Математика является наименее прикладной и наиболее абстрактной дисциплиной. По большому счету именно в этом и заключается ее главная роль и научная сила. В силу общности и абстрактности изучаемых математических объектов и используемых подходов она выступает в качестве единого универсального инструмента практически для всех отраслей научных знаний, в том числе военного дела [2].

Остается вопрос: как действовать преподавателю в случае, когда уровень знаний курсанта по изучаемой дисциплине или теме очень низок.

В подобной ситуации возможно обращение к когнитивно-возвратно-поступательному методу [2].

Преподаватель должен:

а) при помощи мотивационных приемов заинтересовать курсанта изучаемой проблемой: указать в каких именно профилирующих учебных дисциплинах в дальнейшем будут использованы рассматриваемые математические вопросы, привести примеры военно-прикладных задач темы;

б) затем вместе перейти на ступень вниз к понятиям, доступным для понимания слабо успевающего курсанта, и объяснить ему суть возникающих явлений и процессов простым языком;

в) далее следует вернуться в сторону математической строгости и корректности, аргументированности изложения (обязательный и важнейший этап).

Таким образом, когнитивно-возвратный прием – это переход на уровень, доступный для понимания обучающимся сути рассматриваемой проблемы с обязательным последующим возвратом к требуемому или близкому к требуемому уровню.

Преподавание математических дисциплин курсантам инженерных специальностей в военных вузах предполагает не только глубокие профессиональные знания и широкий научный кругозор преподавателя, но и способность осуществлять мотивирование курсантов на учебных занятиях, использование специальных педагогических приемов, повышающих интерес к предмету изучения.

Список использованных источников

1. Воронович, Л.Д. Особенности преподавания математики в военных вузах / Л.Д. Воронович // Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования : сб. докладов науч.-метод. конф. – Кострома : ВА РХБЗ, 2021. – С. 144–149.

2. Мищенко, А.В. Роль математических и естественно-научных дисциплин в формировании профессиональных компетенций курсантов военного вуза / А.В. Мищенко, Д.А. Волоткович // Гуманитарные проблемы военного дела. – 2019. – № 4 (21). – С. 175–179.

УДК 372.862

Г.А. Березин, В.В. Давыдовская

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

В статье обосновываются преимущества применения языка python при моделировании процессов и явлений в рамках школьной программы информатики.

Ключевые слова: студенческая научно-исследовательская лаборатория, направления деятельности, эффективность, результативность.

Введение. Компьютерное моделирование становится неотъемлемой частью современного образования. В условиях цифровизации общества особенно важно рассмотреть, как данный предмет интегрируется в образовательную систему белорусских школ.

В настоящее время изучение компьютерного моделирования в белорусских школах осуществляется в рамках предметов: информатика, физика, математика, естествознание.

Внедрение компьютерного моделирования в школьное образование способствует развитию критического мышления, формированию навыков работы с современными технологиями, практической направленности обучения, подготовке к использованию моделирования в профессиональной деятельности, интеграции знаний из разных предметных областей, развитию алгоритмического мышления.

В школьной программе понятие модели и моделирования вводится в курсе информатики 9-го класса. Моделирование задач роста и убывания, определения температурных режимов, выбора положения объекта и других задач предлагается реализовывать средствами табличного процессора Microsoft Excel [1].

На ряду с этим в школах начался поэтапный переход на изучение языка программирования Python.

Одним из основных преимуществ Python является его лаконичный и интуитивно понятный синтаксис. Даже сложные алгоритмы на Python могут быть реализованы с минимальным количеством строк кода, что делает его особенно привлекательным для начинающих программистов и студентов. Например, решение дифференциальных уравнений методом Эйлера или построение анимации движения тела можно реализовать в Python буквально в несколько строк. В то же время, на Pascal аналогичная реализация потребует более громоздкого кода с множеством дополнительных структур, переменных и процедур [2].

Python обладает богатой экосистемой библиотек, таких как NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy, Pandas, которые специально разработаны для численного моделирования, символьных вычислений, визуализации и анализа данных. Это даёт возможность быстро и качественно реализовывать математические и физические модели, не вдаваясь в реализацию низкоуровневых алгоритмов. В Pascal, напротив, большую часть численных методов и графиков приходится писать вручную, что замедляет процесс разработки и увеличивает вероятность ошибок.

Одним из ключевых аспектов моделирования физических процессов является визуализация – отображение траекторий, графиков, анимаций. В Python с помощью Matplotlib, Plotly, PyGame, VPython можно легко строить как двумерные, так и трёхмерные анимации движений, распространения волн, полей и других процессов [3; 4]. Это особенно важно для учебного процесса и научных демонстраций. Pascal же имеет крайне ограниченные возможности для визуализации. Стандартные реализации Pascal (такие как Free Pascal или Turbo Pascal) не поддерживают современные графические интерфейсы, а создание анимации требует сторонних библиотек и значительных усилий.

Python работает на всех современных операционных системах – Windows, macOS, Linux, Android, и даже в веб-браузере. Это делает его универсальным инструментом, применимым в любой среде. Кроме того, Python входит в число самых популярных языков программирования в мире и активно используется в науке, инженерии, экономике, биологии, образовании и других областях. В то время как Pascal в наше время практически не используется за пределами учебных заведений и воспринимается как устаревший язык [2; 3].

Python имеет огромное международное сообщество, миллионы пользователей и множество открытых проектов. Это обеспечивает лёгкий доступ к помощи, готовым решениям, примерам кода и документации. Pascal, будучи менее популярным, не может похвастаться таким уровнем поддержки, что затрудняет обучение и решение нестандартных задач.

Python легко интегрируется с другими языками и технологиями, включая C++, Java, базы данных, веб-приложения и микроконтроллеры. Это даёт возможность использовать Python не только для моделирования, но и для создания полноценных программных продуктов. Pascal, в силу своей архитектуры и ограниченности, не обладает такими возможностями в полной мере [4].

Рассмотрим использование Python для решения задач, связанных с моделированием, на примере классической задачи, рассмотренной в учебнике 9-го класса о полете тела, брошенного под углом к горизонту.

Как правило, данная задача без учета сопротивления среды решается с использованием расчета по известной математической формуле, так называемому аналитическому решению (рисунок 1).

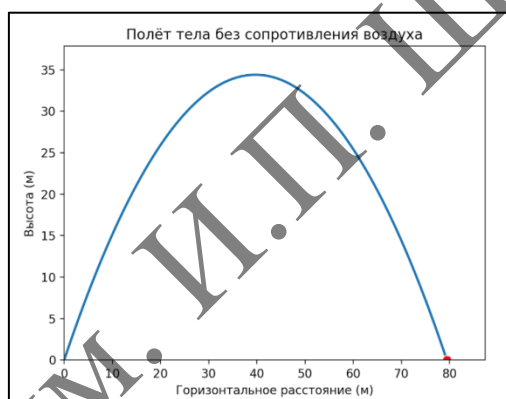


Рисунок 1 – Полет тела без сопротивления воздуха

Решение данной задачи с учетом сопротивления среды требует поэтапных численных расчетов, которые также можно реализовать с использованием Python (рисунок 2).

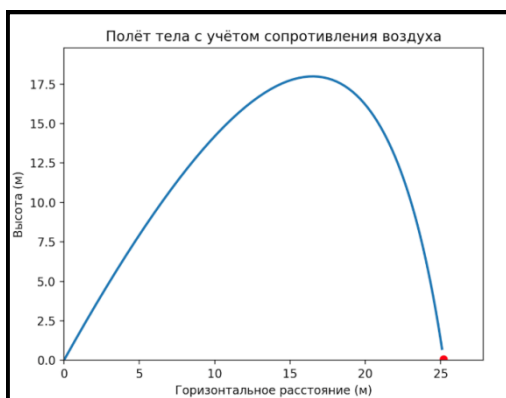


Рисунок 2 – Полет тела с учетом сопротивления воздуха

Еще одним преимуществом использования Python при моделировании процессов является возможность создания анимационных моделей, вести сравнительный анализ различных приближений при решении задачи (рисунок 3).

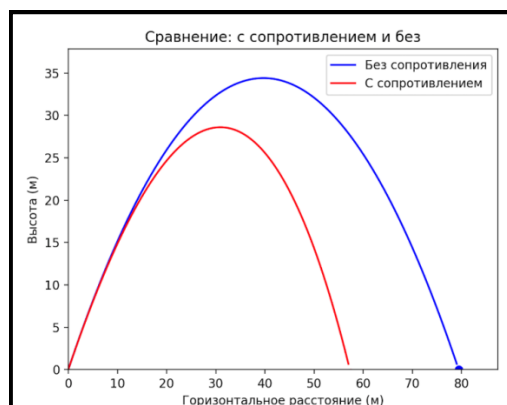


Рисунок 3 – Сравнение различных моделей при решении задачи

Заключение. Подводя итог, можно сделать вывод, что моделирование физических процессов на языке Python предоставляет пользователю гораздо более широкие возможности по сравнению с Pascal. Простота, универсальность, наличие специализированных библиотек, развитая визуализация, поддержка сообществом и кроссплатформенность делают Python идеальным языком для обучения, научных исследований и профессиональной работы в сфере моделирования.

Список использованных источников

1. Информатика : учеб. пособие для 9-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Ю.Б. Гребенчук, Л.В. Грибанова, А.И. Лапо, В.М. Котов. – Минск : Народная асвета, 2024. – 192 с.
2. Рядченко, В.П. Программирование на языке высокого уровня Python : учеб.-метод. пособие / В.П. Рядченко, Л.М. Эльканова, Л.М. Шавтикова. – Черкесск : БИИ СевКавГТУ, 2018. – 144 с.
3. Сысоева М.В. Программирование для нормальных с нуля на языке Python : учебник : в 2 ч. / М.В. Сысоева, И.В. Сысоев. – М. : Базальт СПО ; МАКС Пресс, 2018. – 176 с.
4. Харрисон Мэтт. Как устроен Python. Гид для разработчиков, программистов и интересующихся. – СПб.: Питер, 2019. – 272 с.

УДК 373.5.016:53

С.Р. Бондарь, Л.И. Гром

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина
ГУО «Средняя школа № 6 г. Мозыря»

МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПТИКИ

В статье рассматриваются особенности работы с одаренными детьми в школьной образовательной среде на примере оптических явлений. Представлены методы и приемы, направленные на развитие творческих и исследовательских способностей учащихся, включая организацию исследовательской деятельности, использование дидактических игр, творческих заданий и экспериментов. Особое внимание уделяется индивидуализации обучения с учетом интеллектуальных и творческих особенностей детей, созданию условий для раскрытия потенциала и мотивации к познавательной активности.

Ключевые слова: одаренные дети, работа с одаренными детьми, дифференцированный подход, проектно-исследовательская деятельность, интеллектуальные конкурсы, мотивация учащихся, инновационные методы обучения, индивидуализация обучения, познавательная активность, развитие научного мышления, персонализация.

Введение. Для развития одаренных детей в физике эффективно использовать задачи и эксперименты, которые стимулируют творческое мышление, исследовательские умения и углубленное понимание материала. В данном случае эффективными могут быть следующие методы обучения:

- 1) задачи с практическим уклоном и повышенной сложности;
- 2) экспериментальные задания и проекты;
- 3) игровые и творческие задачи;
- 4) олимпиадные и исследовательские задания;
- 5) использование информационных технологий.

Такие задачи и эксперименты помогают развивать у учащихся критическое мышление, умение работать с информацией, экспериментальные навыки и творческий подход к изучению физики.

Работа с одаренными детьми по физике требует комплексный подход, который сочетает в себе цифровые технологии, исследовательские методы и индивидуальные образовательные платформы. В рамках такой работы по разделу оптических явлений применяются проектные и исследовательские методы, способствующие формированию умений анализа, синтеза и самостоятельного поиска знаний. Использование информационно-коммуникационных технологий и создание проблемных ситуаций стимулируют активное участие учащихся в развитии их мыслительных способностей. Работа направлена на формирование одаренных школьников устойчивого интереса к естественнонаучным дисциплинам, к развитию навыков научного мышления.

Для выявления способностей школьников учитель использует диагностические тесты, определяет, насколько любознательны ученики, как развито у них нестандартное мышление. Для изучения оптики важны интерес к эксперименту и навыки пространственного мышления.

Учитель физики в процессе применяет следующие методы обучения:

- проблемные задания для анализа оптических явлений;
- проективная деятельность для изучения волновых свойств света.

Форма организационных занятий с одаренными детьми:

- физические мастерские;
- конкурсы и конференции с защитой исследовательских работ по теме.

Внеурочная деятельность с одаренными детьми это:

- кружковая работа для углубленного изучения тем и решения олимпиадных задач;
- научно-практические конференции и интернет-олимпиады;
- подготовка к олимпиадам, и разработка научно-исследовательских проектов под руководством учителя физики.

Основные принципы, которыми руководствуется учитель это:

- индивидуализация процесса обучения с учетом способностей школьника;
- решение проектно-ориентированных задач;
- мотивация школьников.

При этом у учителя ожидаемые результаты: повышение интереса к предмету, рост числа победителей олимпиад, успешное поступление в ВУЗы.

Учитель в процессе работы с одаренными учащимися занимается постоянным самообразованием и адаптацией методик обучения под запросы одаренных учащихся. Для выявления таких учеников целесообразно пользоваться следующими диагностическими инструментами:

- тесты IQ;
- специализированные тесты.

В учебном процессе это:

- олимпиады и конкурсы;
- решение нестандартных задач;
- проектная работа.

Но при этом ни один метод не является универсальным. Требуется сочетание подходов и длительное отслеживание динамики развития мышления школьника.

Все это поможет учителю выявить:

- интеллектуально опережающих детей;
- одаренных детей;
- творческих детей;
- детей с высоким IQ и требующих индивидуализации обучения.

Для эффективной работы с одаренными школьниками по олимпиадной физике нужно уметь сочетать знания по всем разделам физики и навыки решения нестандартных задач. На олимпиадах по физике всегда предлагают разные задачи. Это и расчетные задачи, и экспериментальные задачи, и комбинированные задачи.

В качестве методических ресурсов для учителя выступают сборники задач, видеоматериалы, индивидуальные программы обучения. Допустим, если рассмотреть изучение раздела «Оптика» в школьном курсе, то он изучается в 8 классе и в 11 классе. Этот весь материал адаптируется под уровень ученика. Например, для 8 класса изучаются световые явления, базовые представления о физических моделях: световой луч, точечный источник, тонкая линза, преломление света. В результате изучения учащиеся должны знать и понимать смысл физических понятий и законов, учащиеся должны уметь описывать и объяснять физические явления, основанные на прямолинейности распространения света. Для 11 класса – изучается уже волновая оптика и применение законов геометрической оптики. Учащиеся должны иметь представление об электромагнитной природе света, принципе Гюйгенса-Френеля, понимать смысл физических понятий и явлений: когерентность, интерференция, дифракция, показатель преломления. Кроме того необходимо обладать практическими умениями решать качественные, графические, расчетные задачи.

Эффективная работа с одаренными детьми в области оптики требует сочетания исследовательских технологий (компьютерное моделирование физических процессов, цифровые эксперименты) с традиционными методами педагогического наблюдения. Ключевым элементом становится создание ситуаций успеха через вовлечение в профессионально ориентированную исследовательскую деятельность. В этом случае учителю нужно рекомендовать:

1. Внедрение модуля «Экспериментальная оптика» в программу дополнительных занятий по физике.
2. Организация междисциплинарных проектов.
3. Сетевое взаимодействие с вузами для доступа к профессиональному оборудованию.

Список использованных источников

1. Попова, М.Н. Модуль занятий для учащихся с признаками одаренности в рамках внеурочной деятельности по физике / М.Н. Попова, Е.В. Ситнова // Интернет-журнал «Мир науки». – 2018. – Т. 6, № 3. – URL: <https://mir-nauki.com/PDF/37PDMN318.pdf> (дата обращения: 12.04.2025).
2. Гильфанова, Ю.И. Цифровые технологии на уроках физики и информатики: учеб.-метод. пособие / Ю.И. Гильфанова. – Чебоксары : ИД «Среда», 2020. – 116 с.

УДК 004.9

О.И. Бойцова, В.М. Киселевич

ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозыря»

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ВОЗМОЖНОСТИ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

В статье рассматривается использование различных онлайн-сервисов в образовательном процессе. Рассматриваются некоторые инструменты, которые способствуют улучшению взаимодействия между учителем и учащимися.

Ключевые слова: онлайн-сервисы, образование, презентация, форма, хранилище, документ, электронная почта.

Введение. Каждый день в сети Интернет огромное количество людей пользуются различными поисковыми системами, но многие пользователи даже не знают о полезных и очень интересных возможностях этих инструментов. Ежедневно учителя работают с новым поколением, и поэтому, чтобы не отставать от детей, учителю приходится все время развиваться и искать новые формы и методы преподавания, а значит работать с актуальными приложениями. Онлайн-сервисы предоставляют пользователю доступ к различным службам и инструментам. Большинство из них – веб-приложения, которые требуют от пользователя наличия интернет-браузера, в котором они работают, и подключение к сети Интернет. Это позволяет пользоваться данными в любой точке мира и при этом не быть привязанным к рабочему или домашнему компьютеру.

Преимущество онлайн-сервисов заключается в том, что все они объединены в одном аккаунте. Задача пользователя – зарегистрироваться. После этого он имеет возможность пользоваться персонализированным веб-поиском, электронной почтой, облачным хранилищем, социальной сетью и другими сервисами. Сегодня учителю требуется повышать свою компетентность в преподаваемой области; уметь сочетать обычные методы и дистанционное обучение; научиться организовывать учебный процесс так, чтобы сочетать индивидуальные занятия и групповые; использовать различные методы проверки. По роду деятельности в процессе обучения учителю приходится проводить различные опросы и анкетирования, и не только с учащимися, но и с их законными представителями, а также с коллегами и др.

Собрать всех опрашиваемых вместе не всегда представляется возможным, а если это количество большое и необходимо обработать данные быстро и качественно, то на помощь приходит онлайн-сервис по созданию опросов. В этом сервисе доступны разные виды вопросов: закрытые и открытые, а также имеется возможность выбирать один вариант ответа или несколько. Можно создавать тесты, у которых баллы считаются автоматически, можно настроить тесты так, что будут показываться или скрываться правильные ответы, определяться время, которое отводится на выполнение подготовленных заданий. Если в результате создания теста к вопросу нужна иллюстрация, то можно ее добавить. Плюс использования этого сервиса состоит в том, что прием ответов можно закрыть после определённого времени или даты, чтобы не получать ответы после дедлайна. Имеется возможность организовать регистрацию учащихся или их законных представителей на различные мероприятия, которые вы планируете в будущем. Важно, что телефоны и электронные адреса сохраняются в одном месте, по этим данным можно осуществить приглашение на различные мероприятия, а также сделать на электронные адреса рассылки с напоминаниями. Это бесплатный инструмент, который можно использовать на любом устройстве: компьютере, планшете, смартфоне. Интерфейс понятен и прост, его можно освоить без особых усилий. Как и в других инструментах, здесь доступен режим совместной работы, можно подключить коллег. В формах есть встроенная статистика,

имеется возможность получить данные по ответам на каждый вопрос. Если данных много и удобнее представить результаты в виде графиков, информацию из формы можно экспортировать в таблицы.

Сервисы для создания презентаций позволяют создавать и редактировать презентации, есть возможность работать совместно с другими пользователями; использовать шаблоны и стили, добавлять анимацию и переходы между слайдами, добавлять видео, звук и др. Созданная с помощью этого сервиса Презентация позволяет создавать комплексные обучающие проекты.

На основе Презентации учитель может создать рабочую тетрадь – документ, который можно использовать для записи информации, инструкций в процессе обучения. Рабочие тетради могут содержать таблицы, графики, рисунки, текст и другие элементы. В такой тетради учитель может организовать необходимую информацию, визуализировать данные, поставить задачи и проблемы, тем самым сделать процесс обучения более эффективным. Шаблон рабочей тетради может быть использован при обучении для выполнения индивидуальных заданий, при самостоятельной работе вне учебного учреждения, например, дома или в компьютерном классе.

Онлайн-сервис для создания документов позволяет создавать и форматировать документы в режиме онлайн одновременно нескольким пользователям, при этом необходимо предварительно открыть доступ к данному документу. После открытия доступа к документу можно вносить в документ какие-либо правки, таким образом, происходит его редактирование, а также имеется возможность оставлять собственные комментарии в содержании документа, его оформлении, общаться при помощи чата в режиме реального времени.

Сервис поддерживает большое количество форматов файлов. При работе с сервисом всегда сохраняется история всех, кто вносил в документ правки, но также остается возможность вернуться на несколько шагов назад, к более ранней версии, если она не подвергалась правкам.

Возможно создание и редактирование онлайн-документов на любом удобном для вас устройстве: компьютере, планшете или смартфоне. Имеется возможность при необходимости работать с данным сервисом в режиме офлайн. Каждому пользователю или группе пользователей можно настроить права доступа. В сервисе есть три режима работы над документом: редактирование, чтение, комментирование. Настраивается режим доступа к документу в зависимости от того, какие функции вы возлагаете на учащихся, родителей или коллег, которым вы предоставляете доступ.

Созданные в сервисе документы автоматически сохраняются в облачном хранилище, имеется возможность просмотреть при необходимости их с любого устройства, главное помнить пароль для входа в свой аккаунт и иметь возможность выхода в сеть Интернет.

Кроме того, существуют инструменты для создания сайтов, которые предоставляют возможность создания сайтов бесплатно и в дальнейшем размещение их на бесплатном хостинге. Здесь имеется ограничение размещения сайта в сети Интернет, его объем не может превышать 100 МБ. Интерфейс данной службы простой и понятный, и для его создания не требуется дополнительных знаний и опыта создания сайтов. На свой сайт имеется возможность загрузить любой текст, таблицу, презентацию или форму опроса, используя службу документов, видеоролики, можно добавить календарь и карты, а также использовать большое количество готовых гаджетов. Служба для создания сайтов подходит для учителя, так как можно очень быстро собрать страницу с презентациями, развивающими и обучающими материалами, разработками мероприятий, анкетами и другой полезной информацией. Данная платформа подходит для различных целей: личных и образовательных. У учителя есть возможность собрать и разместить обучающие материалы, полезные ссылки на полезные ресурсы для учащихся в одном месте. При этом учитель может использовать, созданный им сайт для общения с учащимися и их законными представителями. Это то место, где он может публиковать новости, важные для учащихся и законных представителей объявления, расписание мероприятий или учебных занятий, делиться опытом и материалами с более широкой аудиторией, например, коллегами, работающими в других школах. Имеется возможность добавлять интерактивные элементы: формы, опросы, викторины, а это в свою очередь способствует вовлечению учащихся в процесс обучения. Создание и управление сайтом помогает учителям и ученикам развивать навыки работы с цифровыми технологиями.

Для хранения документов, фото- и графических материалов существует облачное хранилище данных, которое позволяет пользователям хранить свои данные на специальных серверах и делиться ими с другими пользователями в Интернете. Хранилище доступно для любого устройства. На странице хранилища файлы отображаются в виде папок и значков, имеется возможность их сортировки. Для поиска файла можно воспользоваться строкой Поиска. Интерфейс хранилища понятен и легок в обращении. Важно, что любым файлом, хранящимся в хранилище (если открыть доступ), можно поделиться с учащимися, коллегами или законными представителями учащихся. Публиковать можно документы, таблицы, презентации и формы, а также другие файлы.

Главное преимущество использования хранилища состоит в том, что отпадает необходимость постоянно пользоваться USB-накопителем, документ, созданный на этом сервисе на работе, можно продолжить редактировать дома, предоставить доступ к просмотру, редактированию или комментированию коллегам и ученикам, встроить в блог и продолжить его редактировать дома.

Данные сервисы позволяют загружать и создавать документы, хранить, просматривать, совместно редактировать с любого компьютера дистанционно. Сервисы предлагают множество инструментов, которые могут сделать процесс обучения более интерактивным, доступным и продуктивным.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ПЛАКАТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Статья описывает использование интерактивного плаката в процессе обучения как эффективного инструмента для визуализации и вовлечения аудитории. Рассматривается применение интерактивных плакатов как эффективного инструмента для визуализации информации и вовлечения аудитории.

Ключевые слова: интерактивный плакат, визуализация, образование, презентация, вовлеченность

Введение. Интерактивные плакаты служат мощным инструментом для улучшения образовательного процесса, делая его более увлекательным и эффективным.

Интерактивный плакат – это визуальный информационный носитель, включающий в себя элементы взаимодействия, позволяя пользователям не только просматривать информацию, но и активно с ней взаимодействовать.

Чем интерактивный плакат отличается от обычного учебного плаката?

Плакат – наглядное изображение, которое может быть использовано для рекламы, агитации, обучения и т.п. Таким образом, к плакату можно отнести все от наглядных пособий, которые знакомы нам со школы при изучении химии и физики и перечня единиц измерения СИ до мер правил поведения при возникновении опасности. На плакатах, как правило, отображается текст, таблицы, формулы, а также различная графическая информация: фотографии, иллюстрации, диаграммы. Основная задача плаката как законченной единицы тексто-графической информации – раскрыть учащемуся суть рассматриваемой темы. Основной целью плаката является возможность повысить наглядность материала.

Интерактивный плакат – способ визуализации информации на основе одного изображения, к которому в виде меток («горячих точек») прикрепляются ссылки на вебресурсы и интернет-документы, мультимедийные объекты: видео, аудио, презентации, слайд-шоу, игры, опросы и т.д. Главное достоинство такого плаката – его интерактивность: за счёт использования взаимосвязанных элементов изображения появляется возможность вовлечь пользователя в процесс получения знаний, добиться максимальной наглядности информации. Ещё одним достоинством интерактивного плаката является то, что он не требует инсталляций, имеет простой и понятный интерфейс.

Интерактивные плакаты могут использовать различные технологии, например:

➤ QR-коды: их можно отсканировать и получить доступ к дополнительным ресурсам, например, видео, статьи или опросы.

➤ Сенсорные экраны: можно нажимать на разные элементы на экране для получения дополнительной информации.

➤ Анимации и звуки: могут быть добавлены для привлечения внимания и создания более захватывающего опыта.

Использование интерактивного плаката в процессе обучения имеет множество преимуществ и может значительно повысить эффективность образовательного процесса.

Ключевые аспекты использования интерактивного плаката:

– активное вовлечение учащихся в обучение. Они могут задавать вопросы, исследовать информацию и получать мгновенные ответы.

– разнообразие форматов. Интерактивные плакаты могут включать текст, изображения, аудио и видео, что позволяет использовать разные стили обучения (визуальный, аудиальный и кинестетический).

– доступ к дополнительным ресурсам. С помощью QR-кодов или ссылок на плакате учащиеся могут быстро переходить к дополнительным материалам, таким как статьи, исследования, документы или онлайн-курсы.

– упрощение сложных понятий. Интерактивные элементы могут помочь упростить и визуализировать сложные идеи, делая их более понятными и доступными для понимания учащихся.

– стимулирование критического мышления. Анализируя информацию и делая выводы, учащиеся развивают навыки анализа и критического мышления.

– стимулирование командной работы. Работа с интерактивным плакатом может быть организована в группах, что способствует сотрудничеству и обмену идеями среди учащихся.

– получение обратной связи. Плакаты могут включать элементы для получения обратной связи от учащихся, что позволяет преподавателям лучше понимать их уровень усвоения материала.

Как минимум то, что интерактивный плакат не может представлять собой статичную иллюстрацию либо набор мультимедиа компонентов – он должен обеспечивать взаимодействие контента (содержания плаката) с пользователем. В интерактивном плакате информация не предъявляется сразу в полном объёме, она «открывается» по мере действий пользователя!

Интерактивные плакаты могут использоваться на научных выставках, где учащиеся могут представить свои проекты и исследования, позволяя посетителям взаимодействовать с их работами. Также

можно использовать интерактивные плакаты при изучении языков, открывая ссылки на аудиофайлы для практики произношения или интерактивные упражнения.

Интерактивные плакаты могут принимать различные формы и использовать различные технологии. Например, интерактивные плакаты могут включать звуковые элементы, с помощью которых можно прослушать сообщение или объяснение темы. На интерактивном плакате можно использовать технологии дополненной реальности (AR). Учащиеся могут сканировать плакат с помощью мобильного устройства, чтобы увидеть 3D-модели или анимации. Особый интерес представляют плакаты с интерактивными картами, нажимая на которые, учащиеся могут узнать больше о различных регионах или географических пунктах. Также существуют плакаты со встроенными интерактивными играми и викторинами. Учащиеся могут взаимодействовать с контентом, проходя тесты и выполняя задания.

Главные условия создания функционального интерактивного плаката:

- ✓ меньше текста и больше наглядности;
- ✓ меньше линейности и больше интерактивности;
- ✓ вовлечение учащегося в активную познавательную деятельность;
- ✓ дидактическая и информационная законченность.

Таким образом, интерактивный плакат должен быть адаптирован под конкретные учебные задачи и целевую аудиторию, делая процесс обучения более увлекательным и эффективным.

На сегодняшний день в сети интернет представлены различные сервисы, предназначенные для создания пользователем интерактивного плаката. На наш взгляд, самым популярным и простым в использовании как педагогом, так и учащимся, является сервис «Genially» <https://app.genially>.

Сервис Genially специализируется на создании интерактивной графики, позволяет добавлять анимации, ссылки и другие интерактивные элементы.

Платформа Canva позволяет создавать визуальный контент, включая интерактивные плакаты. Она предлагает множество шаблонов и возможность добавления интерактивных элементов.

Thinglink – это сервис, позволяющий добавлять интерактивные точки на изображения и плакаты, которые могут содержать текст, ссылки, аудио и видео.

Padlet – платформа для создания интерактивных стендов, на которых можно размещать текст, изображения, видео и ссылки. Удобна для совместной работы.

Созданные с помощью онлайн-сервисов интерактивные плакаты можно встроить на свой блог или сайт, поскольку есть код для вставки.

Использование интерактивного плаката (при наличии сети Интернет) позволяет организовать работу как с большими группами учащихся (проекция на интерактивной доске, демонстрационном экране), так и с каждым пользователем индивидуально – пользователь может знакомиться с информацией в любом удобном для себя порядке и открывать только интересующие его материалы.

Таким образом, использование интерактивных плакатов является современным востребованным средством обучения. Учащимся интересно, когда учитель на уроке использует такие плакаты для работы, это помогает лучше и качественнее усвоить материал. В свою очередь, учителю следует стремиться к тому, чтобы научить учащихся самостоятельно создавать интерактивные плакаты. Это научит ребят систематизировать и структурировать информацию, логически выстраивать последовательность представления содержания. Такой навык, безусловно, пригодится в дальнейшей жизни.

Список использованных источников

1. ИТОРУМ. Что такое интерактивный плакат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itorum.ru/articles/interaktivnyj-plakat-chto-eto>

2. Википедия. Свободная энциклопедия. Интерактивность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>

УДК 501

О.И. Бучко

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района»

ИНФОРМАТИКА И ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: КАК СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ

В данной статье рассматривается, как современные технологии влияют на обучение информатике и способствуют развитию логического мышления у учащихся. Рассматриваются преимущества интеграции современных компьютерных технологий в обучении информатике, а также использование современных технологий в профориентационной работе.

Ключевые слова: информатика, современные технологии в обучении, логическое мышление, искусственный интеллект, программирование.

Введение. В современном мире, где технологии стремительно развиваются и проникают во все сферы жизни, образование также претерпевает значительные изменения. Информатика как наука о вычислениях и обработке информации становится неотъемлемой частью образовательного процесса.

Одним из ключевых аспектов информатики является развитие логического мышления, которое играет важную роль в формировании аналитических навыков у учащихся.

Основная часть. Информатика – это наука, изучающая методы обработки, хранения и передачи информации с использованием вычислительных систем. В образовательном контексте информатика охватывает широкий спектр тем, включая программирование, моделирование, базы данных, сетевые технологии и многое другое. Знания в области информатики становятся необходимыми для успешной профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики.

Значение информатики в образовании:

1. Развитие критического мышления. Изучение информатики помогает учащимся анализировать информацию, выявлять закономерности и делать обоснованные выводы.
2. Подготовка к будущей профессии. Знания в области информатики открывают двери к множеству профессий в IT-сфере и других отраслях.
3. Умение работать с данными. В современном мире умение обрабатывать и интерпретировать данные становится важным навыком.

Важнейшим мыслительным процессом является логическое мышление. Логическое мышление – это способность рассуждать последовательно и обоснованно, делать выводы на основе фактов и аргументов. Оно включает в себя несколько ключевых компонентов:

1. Анализ – умение разбивать сложные задачи на более простые элементы для их дальнейшего изучения.
2. Синтез – способность объединять различные элементы информации для создания новых идей или решений.
3. Дедукция – умение делать выводы на основе общих принципов или правил.
4. Индукция – способность формулировать общие правила на основе конкретных наблюдений.

Развитие логического мышления является важной задачей образовательной системы, так как оно необходимо для успешного обучения и профессиональной деятельности.

Современные технологии меняют подход к обучению информатике.

1. Интерактивные платформы

Современные образовательные технологии предлагают множество интерактивных платформ для изучения информатики. Такие платформы позволяют учащимся учиться в удобном для них темпе, получать мгновенную обратную связь и взаимодействовать с материалом. Примеры платформ: Khan Academy, Scratch.

Преимущества:

- Доступность материалов 24/7.
- Возможность практиковаться на реальных задачах.
- Геймификация процесса обучения (например, получение баллов за выполнение заданий).

2. Программирование как инструмент обучения

Программирование является важным элементом учебного процесса по информатике. Оно не только развивает технические навыки, но также способствует развитию логического мышления.

Методы обучения программированию:

- Использование визуальных языков программирования (например, Scratch), которые позволяют учащимся сосредоточиться на логике без необходимости запоминать синтаксис.
- Проектная деятельность, где учащиеся создают собственные проекты (игры, приложения), что позволяет применять теоретические знания на практике.

3. Использование искусственного интеллекта

Искусственный интеллект (ИИ) начинает играть важную роль в образовании. Он может адаптировать учебный процесс под индивидуальные потребности каждого ученика.

ИИ может помочь выявить слабые места учащихся и предложить дополнительные материалы для их устранения.

Преимущества интеграции технологий в обучение информатике

1. Увеличение мотивации учащихся. Современные технологии делают обучение более интересным и увлекательным.
2. Развитие самостоятельности. Учащиеся могут самостоятельно управлять своим обучением и выбирать темпы освоения материала.
3. Формирование практических навыков. Технологии позволяют применять теоретические знания на практике через проекты и задания.
4. Доступ к разнообразным ресурсам. Учащиеся могут использовать множество онлайн-ресурсов для углубленного изучения тем.

Заключение. Современные технологии кардинально меняют подход к обучению информатике и развитию логического мышления у учащихся. Интерактивные платформы, программирование как инструмент обучения, игровые технологии и использование искусственного интеллекта делают процесс обучения более эффективным и увлекательным.

Развитие логического мышления при изучении информатики не только помогает учащимся справляться с учебными задачами, но также подготавливает их к будущей профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики. Важно продолжать внедрять инновационные методы обучения в образовательный процесс для формирования нового поколения специалистов с высоким уровнем аналитических навыков и критического мышления.

ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ

В статье рассматривается простой и легко реализуемый метод измерения коэффициента динамической вязкости жидкости, основанный на рассмотрении ее стационарного потока при вытекании из тонкой трубки.

Ключевые слова: вязкость, трение, устойчивое течение.

Введение. Вязкость – есть свойство жидкостей, газов оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой. Между движущимися с различными скоростями действуют силы внутреннего трения. Движущийся быстрее слой как бы тянет за собой таковой, движущийся медленнее, который притормаживает первый. Эксперименты показывают, что сила внутреннего трения F подчиняется закону Ньютона

$$F = \eta \frac{\Delta v}{\Delta x} S,$$

где η – коэффициент динамической вязкости, численно равный силе внутреннего трения, действующей на единицу площади поверхности слоя при градиенте скорости

$$\frac{\Delta v}{\Delta x} = 1 \frac{1}{c}.$$

Здесь Δv – разность скоростей соседних слоев, расположенных на расстоянии Δx по нормали к ним.

Метод измерения коэффициента динамической вязкости

Традиционно методы измерения коэффициента вязкости жидкостей основаны на использовании закона Стокса для ламинарного движения шарика, вывод которого не может входить в содержание программного материала при изучении общей физики в вузах [1]. В то же время возможно построение методики измерения, основанной только на соотношениях и законах, с достаточной полнотой рассматриваемых на лекциях и практических занятиях. Одна из таких методик, использующая законы ламинарного течения жидкости в круглой трубе, представлена в данной работе.

Расположим достаточно длинную трубу, заполненную жидкостью, вертикально. Дадим возможность жидкости свободно вытекать через нижний конец. Через некоторое время скорость движения свободной поверхности становится постоянной. Данное обстоятельство достаточно легко контролируется по зависимости соответствующей координаты от времени (см. ниже). Дальнейший анализ соответствует именно такому равномерному движению.

Сила сопротивления, действующая на цилиндрический слой жидкости радиуса r и длины l (рисунок 1):

$$F = 2\pi r l \tau = 2\pi r l \eta \frac{dv}{dr}. \quad (1)$$

Здесь τ – касательное напряжение на границе слоя; v – скорость жидкости на расстоянии r от оси трубы.

При устойчивом течении эта сила по величине пропорциональна разности давления между торцами (Δp):

$$F = \pi r^2 \Delta p. \quad (2)$$

Из соотношений (1) и (2) следует дифференциальное уравнение

$$\frac{dv}{dr} = \frac{\Delta p}{2\eta l} r,$$

решение которого с учетом граничного условия $v(r=R)=0$ имеет вид:

$$v(r) = \frac{\Delta p}{4\eta l} (R^2 - r^2). \quad (3)$$

Здесь R – радиус трубы.

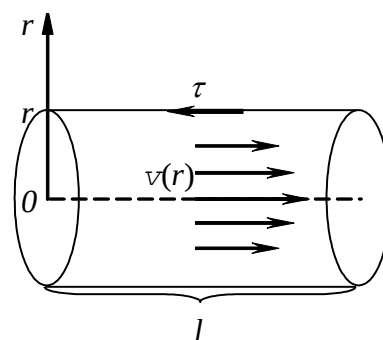


Рисунок 1 – Ламинарное течение жидкости

Объемный расход жидкости через бесконечно тонкий слой толщиной dr , который имеет радиус r , с учетом (3) определяется выражением (рисунок 2):

$$d\dot{V} = 2\pi r v(r) dr = \frac{2\pi\Delta p}{\eta l} (R^2 - r^2) dr. \quad (4)$$

Объемный расход жидкости через все сечение трубы находится интегрированием:

$$\dot{V} = \int_0^R d\dot{V},$$

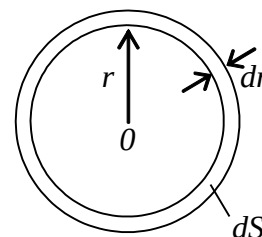


Рисунок 2 – К расчету объемного расхода

Откуда после подстановки выражения (4) получим

$$\dot{V} = \frac{2\pi\Delta p}{\eta l} \left(R^2 \int_0^R r dr - \int_0^R r^3 dr \right) = \frac{\pi\Delta p}{2\eta l} R^4. \quad (5)$$

Скорость «опускания» столба жидкости в трубе рассчитывается через объемный расход, откуда по соотношению (5):

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\dot{V}}{\pi R^2} = \frac{\Delta p}{2\eta l} R^2. \quad (6)$$

Перепад давления на высоте y определяется формулой гидростатики, где положено, что $l = y$:

$$\Delta p = \rho g y. \quad (7)$$

В результате из соотношений (6) и (7) получается выражение для скорости «опускания» столба жидкости:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\rho g R^2}{2\eta}.$$

Из последней формулы следует простая связь между координатой свободного уровня жидкости в трубе и соответствующим временем:

$$\frac{\rho g R^2}{2\eta} = \frac{y}{t}.$$

Полученное соотношение позволяет легко определить значение коэффициента динамической вязкости жидкости:

$$\eta = \frac{\rho g R^2 t}{2y}.$$

Для получения более точных результатов и проверки правомерности применяемых соотношений полезно провести ряд измерений координаты свободного уровня жидкости от времени $y(t)$, затем, проведя линеаризацию и построив на графике характеристический треугольник, можно вычислить коэффициент динамической вязкости жидкости согласно следующему соотношению:

$$\eta = \frac{\rho g R^2}{2} \frac{\Delta t}{\Delta y}.$$

Заключение. В статье изложено построение методики измерения коэффициента динамической вязкости жидкости, основанной только на соотношениях и законах, с достаточной полнотой рассматриваемых на лекциях и практических занятиях при изучении курса общей физики в технических вузах. По результатам экспериментов (с помощью вышеупомянутого графика) достаточно легко можно выделить начальный участок движения, на котором происходит установление скорости. Также на этом же графике легко определить конечный участок, на котором может сказаться влияние нижнего среза трубки на процесс вытекания, что также может привести к отступлению от полученных простых соотношений. Для получения максимально точных и достоверных данных об измеряемой величине вышеуказанную линеаризацию следует проводить только для остальной части графика (без начального и конечного участков).

Список использованных источников

1. Ахраменко, Н.А. Молекулярная физика и термодинамика : лаб. практикум ко курсу «Физика» / Н.А. Ахраменко, Е.И. Доценко, И.И. Проневич. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 58 с.

Г.К. Воронович, О.Ф. Кожевко
Белорусский национальный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ ПСИХОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

В работе рассмотрены аспекты применения когнитивной психологии, психологии мотивации, нейропсихологии, социальной психологии и развития эмоционального интеллекта студентов в преподавании высшей математики.

Ключевые слова: эмоциональный интеллект, нейропсихология, мотивация, мнемонические техники, геймификация.

Введение. Успешное усвоение курса высшей математики в учреждении высшего образования является фундаментом для формирования профессиональных компетенций будущих специалистов, так как математические методы применяются в естественных, гуманитарных, технических науках, и сфера применения математики неуклонно расширяется с развитием научно – технического прогресса.

Однако в последние десятилетия во многих странах наблюдается тенденция снижения интереса к изучению математики среди студентов и школьников и уровня их математической культуры. Культ «быстрого успеха» и развлечений, который пропагандирует современная медиасреда, рост популярности гуманитарных и творческих профессий, которые ошибочно воспринимаются как не требующие математических знаний, особенности современной информационной среды (преобладание ярких форматов информации в виде коротких видео в социальных сетях; доступность «готовых решений» в виде онлайн-калькуляторов, онлайн – решателей задач) способствовали тому, что познавательная активность и уровень знаний студентов и школьников существенно снизились.

Поэтому целью данного исследования является обоснование применения современных психологических подходов в преподавании математики.

В первую очередь для изучения курса высшей математики необходимо сформировать мотивационную составляющую, которая позволит активизировать эмоционально – волевую сферу личности, так как студенты с высокой мотивацией активно посещают занятия и работают на занятиях, изучают материал самостоятельно, участвуют в математических олимпиадах и научно – исследовательской работе.

Руководствуясь положениями и принципами психологии мотивации [1], необходимо формировать устойчивую мотивацию к изучению курса высшей математики.

Здесь особая роль уделяется созданию позитивной образовательной среды, актуализации практической значимости практического материала, использованию элементов геймификации.

Например, проектная деятельность, связанная с выбором оптимальных решений экстремальных задач при изучении темы «дифференциальное исчисление функций одной переменной» или в форме исследования применения методов линейной алгебры в робототехнике. То есть, проектная деятельность, связанная с решением реальных прикладных задач и внедрением системы наград и достижений.

Приним, согласно диаграмме иерархии человеческих потребностей А. Маслоу [2], для возникновения познавательных потребностей у индивида, кроме физиологических потребностей, должны быть удовлетворены потребности в безопасности, принадлежности и любви, уважении (почитании).

Так как физиологические потребности студентов обеспечиваются их родителями, государством и ими самими, то преподавателю необходимо создавать такой морально-психологический климат, чтобы обучающиеся не боялись делать ошибки и быть наказанными за это. Поэтому на каждом занятии, начиная с самого первого, преподаватель должен проводить мысль о том, что ошибки, допускаемые в процессе освоения курса, есть этап усвоения знаний, чтобы каждый из обучающихся, включаясь активно в учебную деятельность, чувствовал себя в безопасности.

Кроме того, преподаватель может формировать группы студентов, выполняющие определенные функциональные обязанности (например, докладчиков по теме учебного занятия; отвечающих за порядок в аудитории; генераторов идей; разработчиков математических игр и тестов и т.д.). Такой подход способствует формированию и развитию потребности к изучению курса высшей математики.

Необходимо отметить, что особое внимание следует уделить внедрению системы дополнительных поощрений и наград для обучающихся. Причем эта система наград и поощрений должна учитывать конкретные условия обучения, личностные особенности обучающихся и самого преподавателя, и каждым преподавателем разрабатываться индивидуально.

Процесс обучения также должен быть построен с учетом положений когнитивной психологии [3], которая изучает познавательные процессы человека. Применение принципов когнитивной нагрузки, метакогнитивных стратегий способствует более глубокому пониманию математических концепций.

В преподавании математики перспективно применять интерактивные стимуляторы. Под интерактивными стимуляторами понимается цифровой инструмент, который моделирует реальные ситуации, то есть погружает студентов в практическую среду, в которой можно принимать решения и анализировать последствия этих решений.

На лабораторных занятиях по математике рекомендуется использовать ИТ-стимуляторы (например, решать задачи линейного программирования в пакете прикладных программ как EXCEL, выявлять корреляции между признаками в ППП EXCEL или SPSS или R). При этом работа с пакетом EXCEL наиболее предпочтительна, так как в нем достигается лучшее понимание тонкостей и особенностей математических методов. Следовательно, на лабораторных занятиях по математике целесообразно использовать симуляторы в форме компьютерных математических моделей. Но перечень интерактивных стимуляторов, применяемых в преподавании высшей математики, возможно следует расширить. Для этого необходимо продолжить исследования по применению интерактивных стимуляторов в процессе преподавания курса высшей математики, а для получения более быстрых и надежных результатов привлечь в исследовательские группы самих студентов. Кроме того, согласно принципам когнитивной психологии, рекомендуется формировать у обучающихся навыки самостоятельного контроля и планирования своей учебной деятельности, активно использовать в образовательном процессе решение задач различной категории сложности. (Чтобы и слабоуспевающие студенты в конечном итоге научились решать задачи повышенной категории сложности.)

Когнитивная психология тесно связана с нейропсихологией [4].

Нейропсихология – это наука, которая находится на стыке психологии и медицины и позволяет учитывать особенности функционирования мозга обучающихся. Следовательно, применение основных положений нейропсихологии позволяет оптимизировать процесс усвоения курса высшей математики. Знание нейропсихологических особенностей обучающихся позволяет найти эффективный индивидуальный подход к каждому студенту, использовать соответствующие приемы визуализации и мнемотехники.

В процессе усвоения материала также задействован эмоциональный интеллект [5] обучающихся. Развитие эмоционального интеллекта у студентов помогает им справляться с тревогой, связанной с изучением сложного материала. Рекомендуется в процесс проведения занятия включать техники регуляции эмоционального состояния, а также формировать и развивать у обучающихся социальные навыки.

Знание положений социальной психологии [6] в максимальной степени способствует формированию и развитию социальных навыков. Применение принципов коллаборативного обучения и развития коммуникационных навыков позволяет более качественно освоить материал и способствует развитию профессиональных компетенций. Рекомендуется работа в малых группах (например, объяснение студентами учебного материала друг другу в группе из 2–5 человек), обсуждение результатов математического моделирования процессов и явлений, взаимное обучение студентов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение достижений современной психологии в преподавании высшей математики позволяет сделать процесс преподавания высшей математики более эффективным, учитывать индивидуальные особенности студентов и дополнительно формировать и развивать их профессионально-значимые качества.

Список использованных источников

1. Аткинсон, Р.Л. Введение в психологию : учебник для университетов / Р.Л. Аткинсон, Р.С. Аткинсон, Э.Е. Смит, Д.Дж. Бем, С.К. Ноксли ; пер. с англ.; под ред. В.П. Зинченко. – 19-е изд. – М. : Педагогика-Пресс, 2017. – 672 с.
2. Андреева, Г.М. Социальная психология: учебник для высших учебных заведений / Г.М. Андреева. – М. : Аспект Пресс, 2008. – 383 с.
3. Вилюнас, В.К. Психология мотивации / В.К. Вилюнас. – СПб. : Питер, 2016. – 480 с.
4. Гоулман, Д. Эмоциональный интеллект / Д. Гоулман. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 560 с.
5. Хомская, Е.Д. Нейропсихология : учебник для вузов / Е.Д. Хомская. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Питер, 2011. – 496 с.
6. Хьел, Л. Теория личности / Л. Хьел, Д. Зиглер ; пер. с англ. – СПб. : Питер, 2011. – С. 479–527.

Е.И. Гацкевич, Л.Д. Грек, А.А. Комар
Белорусский национальный технический университет

УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕННОГО РАБОЧЕГО СТОЛА

Проанализированы возможности использования технологии удаленного рабочего стола в образовательном процессе. Рассмотрены настройка и использование Microsoft Remote Desktop. Исследованы возможности данной технологии на конкретном примере использования в учебном классе. По результатам работы сделан вывод об эффективности использования данной технологии в учебном процессе.

Ключевые слова: удаленный рабочий стол, инновации, обучение, образование

В настоящее время в образовательном процессе широко используются инновационные технологии. Одной из перспективных технологий является использование функций удаленного рабочего стола. Имея удалённый доступ, можно управлять компьютерами в школьном классе или студенческой аудитории. В данной работе анализируется опыт применения технологии удаленного рабочего стола в ГУО «Боровлянская средняя школа № 2». Авторы работы (Л.Д. Грек, А.А. Комар) обеспечивали техническую поддержку технологии удаленного рабочего стола. В статье рассмотрены организация и настройки удаленного рабочего стола в учебном классе, а также его использование в образовательном процессе.

Удаленный рабочий стол представляет собой программно-аппаратное решение, которое позволяет осуществлять удаленный доступ к компьютеру через сеть, обеспечивая контроль над его ресурсами и функциями. Для организации удаленного рабочего стола используются различные программные продукты, многие из них распространяются на бесплатной основе. Наиболее известны из них Microsoft Remote Desktop [1], TeamViewer [2] и AnyDesk [3]. В настоящей работе для использования в учебном классе было выбрано программное приложение Microsoft Remote Desktop. Данное приложение интегрировано в операционную систему Windows

Для настройки удаленного доступа необходимо выполнить следующие шаги.

1. Создаем учетную запись для работы пользователя с удаленным рабочим столом.
2. На компьютере, с которым планируется подключение, нужно включить функцию удаленного рабочего стола и выбрать пользователей. Включение удаленного доступа проиллюстрировано на рисунке 1. Выбор пользователей продемонстрирован на рисунке 2.
3. Далее необходимо произвести настройку сети (выбор профилей брандмауэра). Брандмауэр – это программа, которая контролирует передачу данных между сетями. Для настройки брандмауэра нужно открыть «Параметры» → «Сеть и Интернет» → «Состояние» → «Откройте свойства вашего сетевого подключения». Здесь необходимо переключить профиль на «Частные». Переключение продемонстрировано на рисунке 3.

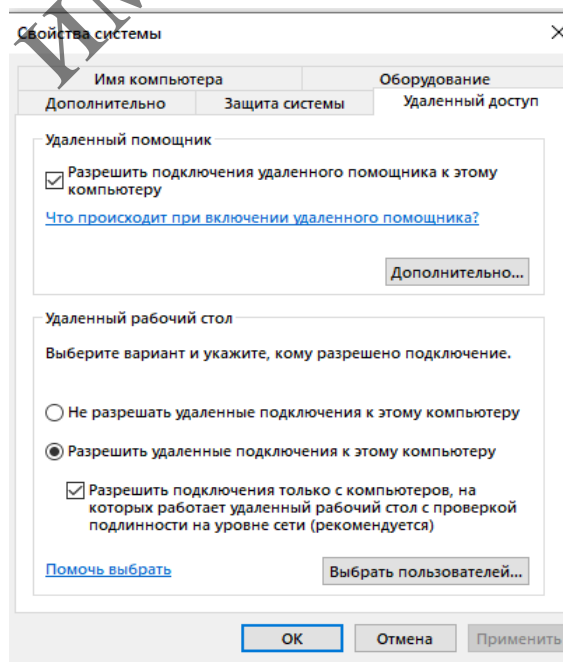


Рисунок 1 – Включение удаленного доступа

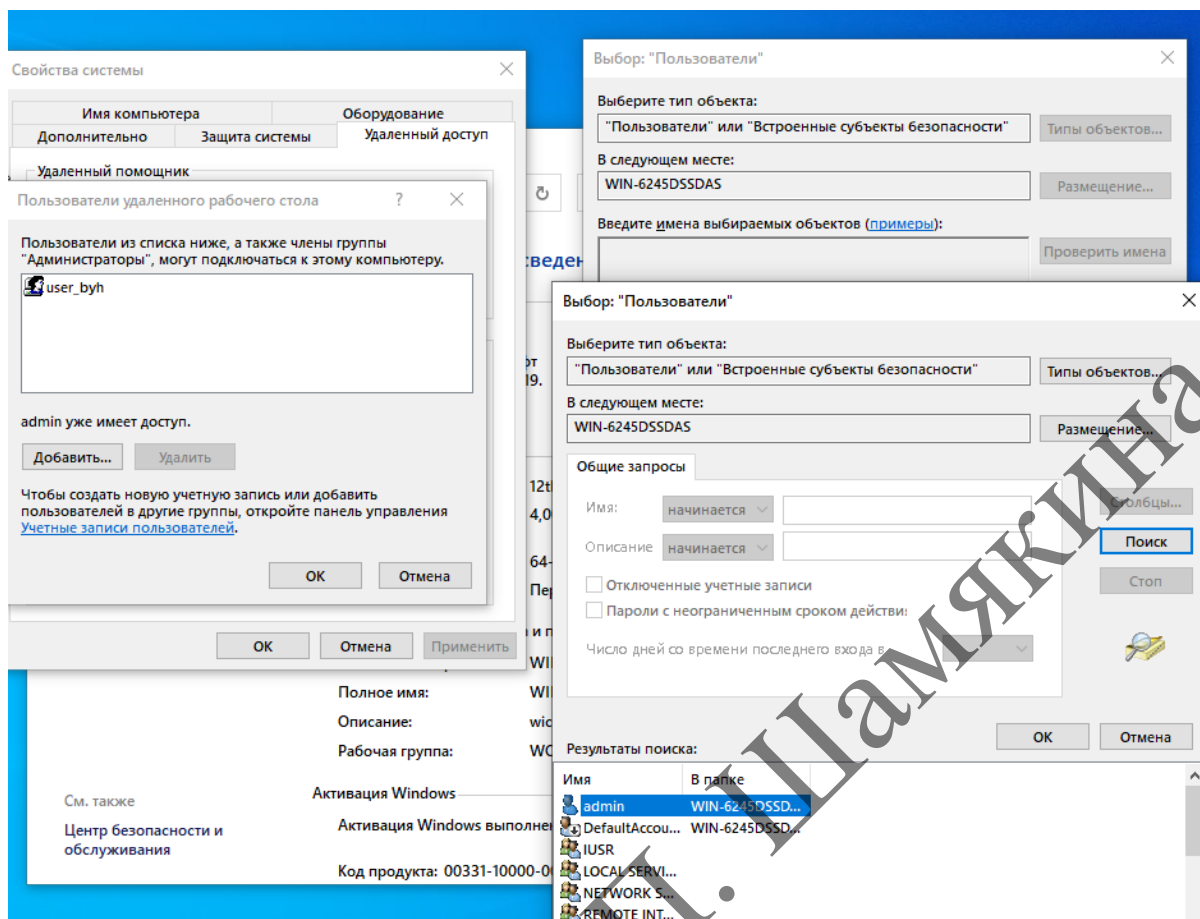


Рисунок 2 – Выбор пользователей

Сетевой профиль

Общедоступные

Ваш ПК скрыт от других устройств в сети и не может использоваться для совместного использования принтера и файлов.

Частные

Для сети, которой вы доверяете, например домашней или рабочей. Ваш ПК является обнаруживаемым и может использоваться для принтера или совместного использования файлов, если вы настроите соответствующие параметры.

[Настройка параметров брандмауэра и безопасности](#)

Рисунок 3 – Выбор сетевых профилей

После завершения настройки подключение осуществлялось через клиент удаленного рабочего стола, который доступен для различных операционных систем, включая Windows, MacOS и Linux.

Было проведено тестирование некоторых возможностей технологии удаленного рабочего стола для организации учебного процесса. В частности, технология позволяет преподавателю демонстрировать учебные материалы, управлять рабочим столом учащегося и проводить интерактивные занятия. При использовании технологии преподаватель может показывать презентации, объяснять сложные концепции и даже выполнять задачи на компьютере студента в режиме реального времени. Удаленный рабочий стол позволяет студентам использовать ресурсоемкие приложения, такие как среды разработки или системы моделирования через централизованный сервер. Это особенно важно для студентов, которые не имеют

мощных компьютеров или лицензионных версий программ. Также технологию удаленного рабочего стола можно использовать для проведения лабораторных работ. Студенты могут управлять лабораторным оборудованием и проводить эксперименты в режиме реального времени, даже находясь на значительном расстоянии от лаборатории.

Ниже приведен пример использования функции рабочего стола. Учащимся раздали задания для работы с программой управления базами данных на удаленном компьютере. Фрагмент работы с базой данных на удаленном компьютере приведен на рисунке 4.

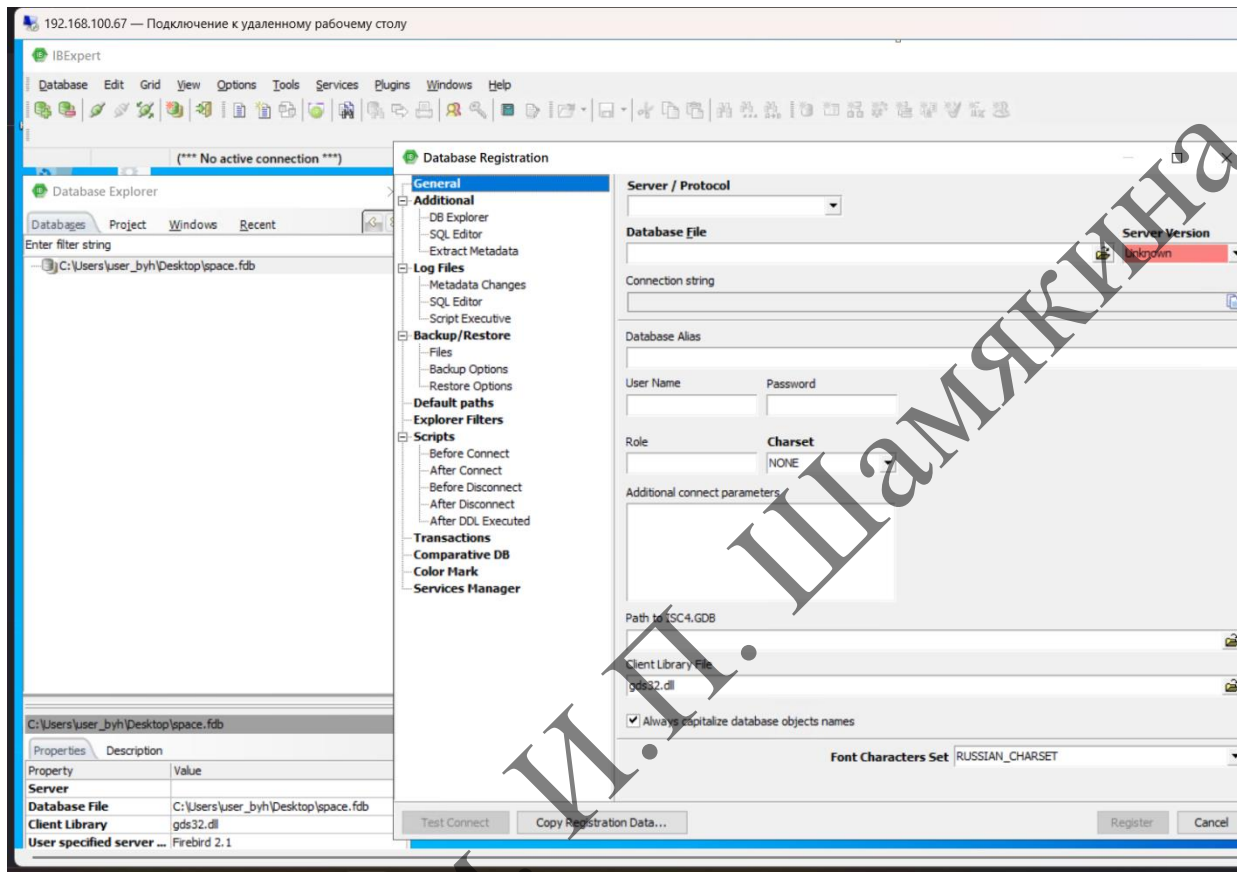


Рисунок 4 – Фрагмент экрана удаленного компьютера при работе с базой данных

Следует отметить, что использование данной технологии открывает широкие возможности дистанционного обучения для учащихся, не имеющих возможности посещения занятия по каким-либо причинам, например, для детей-инвалидов или для детей, временно проживающих на удаленных территориях.

Технология удаленного рабочего стола обладает рядом преимуществ. Во-первых, она обеспечивает гибкость и доступность образовательных ресурсов. Во-вторых, снижает затраты на техническое оснащение, так как студентам не требуется мощное оборудование. В-третьих, позволяет проводить обучение в любом месте и в любое время. Недостатками данной технологии являются высокие требования к скорости интернет-соединения, проблемы с безопасностью данных, а также необходимость обучения пользователей работе с технологией.

Заключение. Опыт применения технологии удаленного рабочего стола, в частности использование Microsoft Remote Desktop, показал, что эта технология является важным инструментом в современном образовательном процессе. Она предоставляет широкие возможности для дистанционного обучения, доступа к специализированным ресурсам, может использоваться для контроля знаний учащихся, а также для проведения лабораторных работ. Дальнейшее развитие и внедрение данной технологии может способствовать повышению качества образования и расширению доступности образовательных ресурсов для студентов и школьников.

Список использованных источников

1. Remote Desktop [Сайт] – URL: <https://itglobal.com/ru-by/company/glossary/remote-desktop/> (дата обращения: 20.02.2025).

2. TeamViewer – программное обеспечение для удаленного подключения [Сайт] – URL: <https://www.teamviewer.com/ru-cis/> (дата обращения: 20.02.2025).

3. Приложение для быстрого удаленного доступа – AnyDesk [Сайт] – URL: <https://anydesk.com/ru> (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 004.771

Е.И. Гацкевич, Н.Г. Никонович
Белорусский национальный технический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ CHATGPT В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Исследованы возможности использования нейронных сетей (на примере ChatGPT) в образовательном процессе. Рассмотрены основные функции использования ChatGPT, а также проанализированы положительные и отрицательные последствия его применения. Проведенное исследование показало, что ChatGPT при правильном его использовании способствует повышению эффективности обучения и уровня образования в целом.

Ключевые слова: ChatGPT, высшее профессиональное образование, искусственный интеллект, нейронные сети.

Введение. В настоящее время в нашу жизнь стремительно врываются технологии, основанные на использовании искусственного интеллекта (ИИ). Появляется много работ по исследованию возможностей применения ИИ в образовании [1; 2]. Многие преподаватели очень скептически относятся к использованию ИИ в образовательном процессе, поскольку выполнение заданий учащимися, например, написание рефератов, обзоров литературы, перевод и написание текстов, курсовых работ и даже программ на выбранном языке программирования, может сводиться к переадресации заданий GPT боту. По большому счёту, у преподавателя нет технической возможности определить, кем сделана работа, студентом или GPT ботом. В связи с этим даже появился новый термин «академическая GPT-непорядочность» [3]. Под академической GPT-непорядочностью в данном случае понимается вид обмана, связанный с выполнением образовательных работ с помощью ChatGPT, которые обучающиеся (студенты) представляют как выполненные лично. Однако, по мнению экспертов (например, [3]), сколько бы не вводилось запретов на использование GPT чата, учащиеся всё равно будут им пользоваться. Запреты редко приводят к хорошим результатам в обучении. Более того, они могут даже стимулировать использование запрещенных методов.

В данной работе мы попытались разобраться, какие из возможностей использования ChatGPT могут быть полезны в образовательном процессе.

Использование ChatGPT в образовании. ChatGPT – это новый инновационный инструмент, инициирующий изменение системы образования и связанный с формированием образовательного процесса будущего с учётом изменения технологий. В нашей работе мы использовали бесплатную версию ChatGPT 3.5. В более поздних версиях некоторые из недостатков, о которых мы пишем, устранены.

Рассмотрим наиболее интересные, по нашему мнению, возможности использования ChatGPT в образовательном процессе, а также недостатки и проблемы такого использования.

ChatGPT может помогать в написании обзоров в курсовых и дипломных работах, в подготовке рефератов. Он может использоваться как поисковая система. Однако в настоящее время использование ChatGPT требует некоторой осторожности. В частности, могут быть даны ссылки на вымышленные данные, то есть номера журналов и страниц статей будут указаны неправильно. Таким образом, необходим критический анализ созданного и собранного материала.

Достаточно успешно ChatGPT используется для перевода технической литературы и новостных сайтов. Особенно это полезно, когда необходимо перевести тексты с незнакомым языком.

Преподаватели могут использовать ChatGPT для создания учебных материалов и проверки заданий. То есть, ChatGPT можно использовать для выполнения части рутинной работы, связанной с отчетностью и разработкой учебных программ.

Уже сейчас широко используются возможности ChatGPT при изучении иностранных языков [4]. Изучающему иностранный язык необходимо беседовать на заданные темы, ChatGPT может успешно заменить собеседника. Более того, работа с ChatGPT позволяет выбрать наиболее интересные с точки зрения профессиональной деятельности темы. Использование ChatGPT также раскрывает широкие возможности для самостоятельного изучения иностранных языков. Он может успешно использоваться преподавателями иностранных языков как при подготовке заданий, так и при проверке уже выполненных

заданий. В работе [4] приводится пример языкового теста, созданного ChatGPT для проверки знаний по английскому языку. К сожалению, наши попытки создать аналогичный тест на какую-либо математическую тему пока не увенчались успехом, но мы планируем продолжить работу в этом направлении.

Согласно результатам экспериментального исследования [5] по использованию ИИ в образовательных целях установлено, что ChatGPT отлично справляется с базовыми вопросами, причём ответы не только правильные, но и сопровождаются логическими объяснениями. При этом ChatGPT иногда допускает неожиданные ошибки при вычислениях по математике даже при решении несложных задач. Согласно нашим экспериментам с ChatGPT такого же рода ошибки могут возникать и при решении физических задач.

Одной из ключевых проблем ИИ является его зависимость от объема и качества данных, на которых обучаются модели. В настоящее время ИИ обучается на данных, полученных человеком и проанализированных человеком. Что будет, когда ИИ станет обучаться на данных, созданных ИИ? По нашему мнению, здесь могут быть скрытые угрозы, связанные с недостаточными и даже невозможными действиями по контролю установленных ИИ корреляционных связей, которые могут быть ошибочными. Причем эти ошибки могут накапливаться. На данный момент GPT чат может генерить ответы похожие на что-то, чему нейросеть обучили, но не может создавать что-то новое.

Большинству преподавателей, внедряющих новые технологии, самим придется обучаться новым технологиям, приобретать навыки работы с GPT чатом. По всей видимости, мы еще не до конца осознаем, с какими вызовами в связи с использованием ChatGPT придется столкнуться преподавателям, тем более важно обсуждение возможных вызовов.

В настоящее время студентам интересен как сам процесс использования ChatGPT, так и использование его в образовательных целях. Хотелось бы отметить, что большая часть данного материала представлялась на лекциях на приборостроительном и спортивно-техническом факультетах БНТУ и вызвала живой интерес у студенческой аудитории.

Заключение. Таким образом, анализ литературных данных, проведение собственных экспериментов с ChatGPT, а также анализ результатов других исследований показали, что ChatGPT может эффективно использоваться в образовательном процессе, однако его использование требует некоторой осторожности. Это связано прежде всего с невозможностью контроля недостоверных результатов. С нашей точки зрения, эти недостатки будут частично преодолеваться по мере улучшения обучения интеллектуальных нейронных систем. Тем не менее, на повестке дня стоит вопрос о критическом отношении к тем сведениям, которые предоставляет ChatGPT, особенно это касается использования чата в технической сфере.

Можно сделать однозначный вывод, что ChatGPT при правильном его использовании способствует повышению эффективности обучения и качества образования. Результаты исследования могут быть использованы преподавателями для совершенствования методов обучения и разработки новых моделей обучения с целью повышения качества высшего образования.

Список использованных источников

1. Roll, I. Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education / I. Roll, R. Wylie // *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. – 2016. – V. 26. – P. 582–599.
2. UNESCO IITE. AI in Education: Change at the Speed of Learning. UNESCO IITE Policy Brief. /Author: Steven Duggan. Editor: Svetlana Knyazeva. – 2020. – 36 p.
3. Гаркуша, Н.С. Педагогические возможности ChatGPT для развития когнитивной активности студентов / Н.С. Гаркуша, Ю.С. Городова // *Профессиональное образование и рынок труда*. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 6–23.
4. Арзютова, С.Н. Использование ChatGPT в обучении английскому языку / С.Н. Арзютова // *Гуманитарные исследования. Психология и педагогика*. – 2023. – № 16. – С. 39–47.
5. Terwiesch, C. Would Chat GPT Get a Wharton MBA? A Prediction Based on Its Performance in the Operations Management Course / Mack Institute for Innovation Management at the Wharton School, University of Pennsylvania, 2023. – P. 26.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ШКОЛЬНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Данная статья посвящена актуальной проблеме для педагогического сообщества: формирования исследовательской компетенции обучающихся с использованием современного демонстрационного эксперимента, включая виртуальный, для достижения предметных образовательных результатов в соответствии с реализуемым ФГОС по физике.

Ключевые слова: виды демонстрационного эксперимента, формирование предметных образовательных результатов, исследовательская компетентность.

Введение. При реализации процесса обучения физике в общеобразовательных организациях учителя – предметники неукоснительно соблюдают требования реализуемого ФГОС. Но, кроме данного документа, необходимо придерживаться и выстраивать учебную деятельность так, чтобы она соответствовала целому ряду других документов, регламентирующих профессиональную деятельность учителя. В настоящее время руководителем государства и членами правительства Российской Федерации были обозначены основные направления в реорганизации школьного образования, особенно его естественнонаучной составляющей. Объясняется это острой потребностью в специалистах, область профессиональных интересов которых лежит в плоскости развития фундаментальных и прикладных аспектов физики, астрономии, химии, биологии и смежных с ними наук. Качественная подготовка абитуриентов для инженерно-технических ВУЗов начинается с дошкольных образовательных организаций и завершается в средней школе, а точнее в профильных классах. При этом, очень важно обучающемуся достичь такого уровня сформированности компетенций, чтобы быть саморазвивающейся, способной креативно мыслить личностью.

Из анализа методической литературы выделены следующие базовые виды учебно-исследовательской деятельности обучающихся: проблемно-поисковый: аналитическое сравнение сведений, имеющихся в литературных и интернет-источниках для понимания предъявленной проблемы и проектирования подходов ее разрешения; аналитико-систематизирующий: рассмотрение, фиксация, анализ, синтез, классификация количественных и качественных критериев наблюдаемых процессов и явлений; диагностико-прогностический: понимание, констатация, уяснение и прогнозирование качественных и количественных изменений поведения исследуемых структур, явлений, процессов; изобретательно-рационализаторский: реорганизация имеющихся, проектировка и разработка принципиально новых механизмов, приборов, устройств; экспериментально-исследовательский: проверка допуска об истинности или ложности результата; проектно-поисковый: поиск актуальной темы, осуществление и представление продуктов проекта – особый способ достижения «нового» знания, когда целью являются способы активности, а не суммирование и оценка реальных знаний.

Отталкиваясь от известного тезиса, что физика – экспериментальная наука, выявлена взаимосвязь повышения эффективности и гибкости мыслительной деятельности обучающихся с выявлением и реализацией исследований, связанных с выполнением эксперимента. При этом, с точки зрения методики обучения физике, значительное место занимает основная школа, в которой экспериментально-исследовательские задания занимают ведущее положение, т.к. мотивируют обучающихся к активному формированию предметных образовательных результатов. Формы организации учебных занятий, направленных на развитие у обучающихся стремления к постановке и выполнению самостоятельного эксперимента, весьма разнообразны: креативный лабораторный практикум, оригинальные экспериментальные задания, экспериментальные задания, выполняемые в домашних условиях, персональное образовательное исследование, практикум по моделированию физического эксперимента осуществляются с опорой на систему методов обучения, ведущими выступают проблемно-поисковый, экспериментально-исследовательский и исследовательские. Наиболее востребованной при формировании и развитии ключевых компетенций у обучающихся считается *проектная исследовательская деятельность*, опирающаяся на систему исследовательских заданий, познавательных и творческих задач.

В физике источником знаний и методом исследования выступает эксперимент. Школьный эксперимент является выражением фундаментального научного метода исследования физических явлений, поэтому ему должны быть присущи базовые компоненты фундаментального физического эксперимента, соотнося которые обучающиеся формируют представление о научном экспериментальном методе исследования окружающего мира. Демонстрационный эксперимент предоставляет учителю возможность воспроизведения физического явления с использованием специально разработанных для этого приборов на уроке, подобрав условия, наиболее удобные для его изучения, и одновременно выступает в качестве источника знаний, метода обучения и способа визуализации. Это обусловлено тем, что основные этапы формирования физических понятий – наблюдение явления, установление его связи с другими, введение характеризующих его величин, – менее эффективны в отсутствии проведения физических опытов.

Демонстрация опытов на уроке, показ некоторых опытов с помощью кино и телевидения, интернет-ресурсов, выполнение лабораторных работ обучающимися составляют основу экспериментального метода обучения физике в школе. Методически грамотно организованный физический эксперимент служит также действенным средством воспитания таких черт характера личности, как настойчивость в достижении поставленной цели, тщательность в получении фактов, аккуратность в работе, умение наблюдать и выделять в рассматриваемых явлениях их существенные признаки и др. [1].

Для формирования у обучающихся предметных образовательных результатов, соответствующих требованиям реализуемого стандарта, учителю необходимо сочетать всевозможные доступные в настоящее время виды школьного учебного эксперимента и современного оборудования. Подготовка и осуществление учебных опытов согласовываются с определенными рамками, а именно:

1. Совпадать с задекларированным в программе предметным содержанием (в том числе перечисленным в ней формируемыми умениями и навыками ученика).

2. Находиться в соответствии с основной формой занятий – уроку, проводимому со всеми обучающимися одновременно, согласовываясь с выбранным подходом обучения и типом урока.

3. Учитывать ограниченные бюджетом материальные возможности школы.

С учетом сказанного наиболее удобной оказывается классификация физического эксперимента по организационному признаку, учитывающему деятельность учителя и обучающегося. В этом случае система современного физического эксперимента по физике включает следующие четыре его вида:

1. *Демонстрационные опыты (демонстрационный эксперимент)*, проведение которого требует от учителя высокого экспериментального мастерства, поскольку используется сложное оборудование, и выполняются они учителем для всего класса (при этом они находятся на безопасном расстоянии 1–9 метров от объекта наблюдения). Каталог демонстраций, обязательных к проведению по отдельным темам курса, имеется в программе. В него входят так называемые фундаментальные опыты и опыты, поддерживающие пояснения учителя. Важно, что при этом обучающиеся не только знакомятся с работой конкретных технических объектов, но закрепляют и углубляют знания о явлениях, изученных ранее. Учитывая, что технических объектов, в которых используется одно и то же физическое явление, много, учитель выбирает для демонстрации особо ценные при решении задач политехнического обучения [2].

2. *Фронтальные лабораторные работы, опыты и наблюдения*. В рамках нашей работы нам интересен именно этот вид выполнения исследования и получения знаний. Общим и наиболее существенным признаком всех входящих сюда экспериментальных работ является фронтальный метод их проведения. Важно, что выполнение исследования реализуется всеми обучающимися класса одновременно на однотипном оборудовании и под опекой учителя, осуществляющего вступительный и текущий устный инструктаж по технике безопасности, демонстрирующего определенные моменты исследования, выполняющего на smart-доске необходимые наиболее общие пояснения, координирует дискуссию по результатам выполнения.

В процессе обучения физике активно используются информационные технологии, в частности, при выполнении лабораторных работ. Если осуществлять физический эксперимент и фронтальные лабораторные работы, используя виртуальные модели посредством ПК, то можно компенсировать недостаток оборудования в физической лаборатории школы и, т. о., предоставить обучающимся возможность самостоятельно добывать физические знания в ходе выполнения физического эксперимента на виртуальных моделях, т. к. предоставляется реальная перспектива формирования у них нужной исследовательской компетенции и повышения уровня обученности по физике. Реализация разработанных виртуальных лабораторных работ, находящихся в открытом доступе, при обучении физике одновременно позволяет учитывать индивидуальные особенности и особые образовательные потребности ученика, предоставляет относительную свободу в подборе индивидуального ритма освоения содержания, закрепления и оценивания. Последнее осуществляется в форме теста, что убирает личностное отношение учителя к ученику и стимулирует УПД.

3. *Физические практикумы*. Ими завершается изучение в каждом классе на второй ступени обучения. Ученики выполняют работы самостоятельно (бригадами по два ученика), применяя разработанные учителем письменные инструкции, с которыми они знакомятся, и готовятся к выполнению эксперимента заранее. Лабораторные работы практикума значительно сложнее, чем фронтальные, поэтому на их выполнение отводят два урока [2].

4. *Внеклассные опыты и наблюдения*. В эту группу входят простые опыты, которые возможно осуществить в домашних условиях в тандеме с родителями, и наблюдения, проводимые в повседневном быту, природе, промышленном или сельскохозяйственном производстве при отсутствии визуального контроля со стороны учителя за ходом проведения. Для экспериментальных работ такого рода обучающиеся используют предметы домашнего быта и подручный материал, готовые наборы – конструкторы, а также создают самодельные приборы и т. п., что стимулирует формирование их исследовательской компетентности и объединение семьи ради общего дела.

Методика физического эксперимента и его техника неразрывны, но для удобства профессиональной техники учителя, организации его рабочего места целесообразно различать технику подготовки физического эксперимента от методики его применения в обучении. Последняя, используя готовое оборудование, обеспечивает выбор того или иного опыта для иллюстрации изучаемого явления, определяет место экспери-

мента на уроке, расчленяет демонстрацию на этапы, чтобы достичь лучшего соединения экспериментального метода с другими методами обучения. Техника подготовки физического эксперимента решает вопрос выбора специальной конструкции приборов, обеспечивающих научную достоверность, надежность, наглядность, выразительность демонстраций. При этом на развитие учебного эксперимента значительное влияние оказывает передовые методические идеи, усовершенствование и расширение содержания обучения, новейшие достижения лабораторной техники. Мы в своей работе используем следующие комплекты: цифровая STEM лаборатория по физике для ученика (34 лабораторные работы); комплект для лабораторного практикума по оптике; комплект для лабораторного практикума по механике; комплект для лабораторного практикума по молекулярной физике и термодинамике, а также оборудование «Кванториума».

Проверка и оценка уровня сформированности экспериментальных знаний и умений обучающихся проводится на разных этапах учебного процесса и носит предварительный, текущий, периодический и итоговый характер [3].

Тщательные наблюдения, которые должен вести учитель за обучающимися во время проведения фронтальных лабораторных работ, достигают две цели – *обучение и контроль*. Наблюдения необходимы для своевременного оказания помощи отстающим обучающимся, проверки, как справляется с работой весь класс в целом и каждый ученик в отдельности. Такие наблюдения служат основным критерием для оценки знаний и умений, обучающихся сформированных при выполнении лабораторных работ. Результат этого вида деятельности обучающихся оценивают на основе следующих принципов:

1. Степень подготовленности и самостоятельности при выполнении работ.
2. Знание учебного материала, уровень сформированности исследовательской компетентности, достоверность измерений, полученных результатов, и выводов.
3. Содержание и качество отчета [3].

Обсуждая правильность результата, следует обратить внимание на то, что в силу различных причин он может значительно отличаться от табличных данных. Результат измерения считается верным, если числовое значение принадлежит интервалу, ограниченному величиной абсолютной погрешности измерений. По первым двум критериям ученик оценивается в ходе лабораторной работы, а по оформлению отчетов – после урока.

При организации текущей проверки знаний и умений обучающихся целесообразно применять устный опрос и индивидуальный эксперимент: к классной доске вызывают для контроля сразу двух обучающихся. Один дает устные ответы на вопросы учителя или решает задачу на доске, а другой в это время выполняет на демонстрационном столе заранее подготовленный эксперимент. Периодическую и итоговую проверку обычно проводят с помощью фронтальных контрольных работ, которые могут быть как кратковременными, так и длительными. Проверка сформированности экспериментальных знаний и умений обучающегося должна быть индивидуальной, используют *уровневый подход* – три уровня, каждый уровень оценивается соответствующим баллом. В процессе изучения физики и выполнения различных видов эксперимента обучающиеся должны обладать следующими знаниями и умениями: планировать реализацию наблюдения, измерения или опыта (старшие классы); подбирать приборы и налаживать комплексы для проведения наблюдения, измерения или опыта; осуществлять наблюдения, измерения или опыт, с соблюдением правил ТБТ; выявлять и устранять действия косвенных факторов при выполнении работы; вычислять абсолютную и относительную погрешность прямых и косвенных измерений; анализировать полученные результаты и интерпретировать их, представлять итоги; использовать инфографику при оформлении результатов исследования; кратко подводить итоги выполненного, владеть культурой учебного труда, знать приборы, условное обозначение, назначение, устройство и принцип действия, правила обращения, читать шкалу приборов, определять цену деления, пределы измерения и класс точности.

Каждый уровень знаний и умений оценивается соответствующим баллом: обучающиеся второй ступени (9–11 классы) за первый уровень – «3», за второй – «4», за третий – «5», возможны переходы на повышенный уровень сформированности умений.

Список использованных источников

1. Донскова, Е.В. Электронные образовательные ресурсы в обучении физике : учеб.-метод. пособие / Е.В. Донскова. – М. : Планета, 2014. – 64 с.
2. Леонтович, А.В. Исследовательская деятельность обучающихся : учеб.-метод. пособие / А.В. Леонтович. – М. : Просвещение, 2003. – 96 с.
3. Теория и методика обучения физике в средней школе. Избранные вопросы. Школьный физический эксперимент в условиях современной информационно-образовательной среды : учеб.-метод. пособие / Е.В. Оспенникова [и др.]. – Пермь : Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2013. – 357 с.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ СНИЛ

В статье описывается опыт организации исследовательской работы в рамках студенческой научно-исследовательской лаборатории (СНИЛ) «Базовые информационные технологии» «БИТ», выделены основные направления деятельности СНИЛ, проведен анализ результативности СНИЛ.

Ключевые слова: студенческая научно-исследовательская лаборатория, направления деятельности, эффективность, результативность.

Введение. На физико-инженерном факультете на основании приказа ректора Мозырского государственного педагогического университета имени И.П. Шамякина (далее – Университет) в 2022 году была организована студенческая научно-исследовательская лаборатория «Базовые информационные технологии».

Основной целью деятельности СНИЛ «БИТ» является индивидуальная и групповая работа со студентами с целью их привлечения к инновационной деятельности, расширение научного потенциала и формирование навыков научно-исследовательской деятельности обучающихся на 1-й и 2-й ступенях получения высшего образования.

Как правило, функции СНИЛ заключаются в проведении исследований в рамках определенной тематики научно-исследовательских работ [1–3].

На физико-инженерном факультете Университета обучаются студенты разнопрофильных специальностей (рисунок 1):

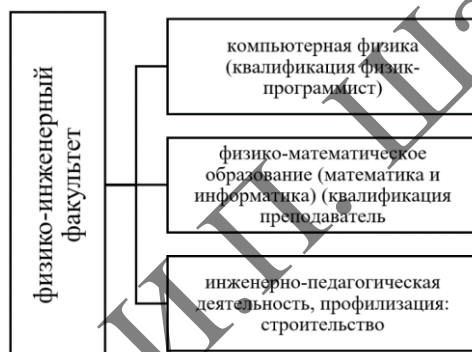


Рисунок 1 – Наименование специальностей, по которым ведется подготовка на физико-инженерном факультете

Поэтому особенностью работы СНИЛ «БИТ» является то, что для привлечения большего количества мотивированных студентов различных специальностей вся деятельность в рамках СНИЛ выполняется не в рамках одного научного направления, а условно разделена на следующие направления (рисунок 2):



Рисунок 2 – Основные направления деятельности СНИЛ «БИТ»

СНИЛ «БИТ» представляет собой одну из основных форм организации НИРС в Университете, выполняемых во внеучебное время.

В лаборатории студенты занимаются повышением своего научного, методического и профессионального уровня. Кроме того, творческие студенты также могут легко реализовать свои способности путем участия в конкурсах мультимедийного содержания по созданию компьютерной графики и обучающего и познавательного видео.

- В рамках направления СНИЛ «БИТ» «**НАУЧНАЯ РАБОТА**» – студенты принимают участие в выполнении Государственной программы научных исследований (ГПНИ) «Фотоника и электроника для инноваций» (руководителем временного научного коллектива которой также является Давыдовская В.В.) за счет средств Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований. Также студенты

принимают участие в Республиканских и Международных конкурсах научных работ и исследований, участвуют в научных конференциях. Такой подход, когда преподаватель руководит сразу несколькими научными объединениями позволяет провести эффективную интеграцию и выделить наиболее способных студентов для их привлечения к чисто-научной деятельности.

- В рамках направления СНИЛ «БИТ» **«МЕТОДИКА»** – студенты двух педагогических специальностей физико-инженерного факультета повышают уровень своей методической подготовки путем участия в различных конференциях и форумах Международного и Республиканского уровня, на которых представляют результаты своей работы в области разработки современных методик преподавания, методических материалов. В рамках данного направления работы СНИЛ «БИТ» выполняется как индивидуальная работа студентов, так и коллективная (небольших групп до 3-х человек), примером такой коллективной работы является выполнение НИР «Разработка учебно-методических материалов по изучению объектно-событийного программирования на уроках информатики» при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь по договору №1410гр/2024, после победы проекта данной разработки на конкурсе научно-исследовательских работ докторантов, аспирантов, соискателей и студентов, предусмотренных Министерством образования для их выполнения за счет средств республиканского бюджета в 2023 году. Студенты внедряют свои разработки в учебный процесс как Университета, так и школ при прохождении ими педагогической практики.

- В рамках направления СНИЛ «БИТ» **«УЧЕБНАЯ РАБОТА»** – студенты повышают уровень своей компетентности и подготовки в области информационных технологий, алгоритмизации и программирования. Данное направление в основном заключается в углубленном изучении отдельных дисциплин на олимпиадном уровне под индивидуальным руководством преподавателя. Результатом работы в рамках данного направления СНИЛ является участие студентов в олимпиадах и брейн-рингах Республиканского и Международного уровня.

- В рамках направления СНИЛ «БИТ» **«МУЛЬТИМЕДИА»** – студенты активно изучают современные редакторы и средства обработки растровой и векторной графики, создают педагогическую графику, коллажи, портфолио, ментальные карты, фреймы и другие приемы графической визуализации.

Кроме того, студенты развиваются в актуальном направлении по созданию педагогического видео, обучающих и профориентационных видеороликов.

Помимо основных выделенных направлений работы СНИЛ, предусмотрены мероприятия, направленные на:

- поощрение самых активных и результативных участников СНИЛ, которые будут стимулировать менее активных и начинающих участников СНИЛ;

- обмен опытом между участниками СНИЛ регулярно проводятся диалоговые площадки, пресс-конференции, форумы;

- для поддержания командного духа, взаимопомощи и создания благоприятного климата в рамках СНИЛ, проводятся развлекательные мероприятия образовательного характера.

Для создания дополнительных условий для проведения коллективных и индивидуальных научно-исследовательских работ студентов в области информационных технологий требуется использование следующих ресурсов:

- **нормативные:** документы и план работы СНИЛ, регламентирующие ее деятельность;
- **кадровые:** педагог-руководитель, обладающий необходимыми компетенциями для руководства СНИЛ;
- **информационные:** онлайн-площадки для участия в различных дистанционных образовательных мероприятиях, образовательные платформы, открытые интернет-ресурсы;

- **психолого-педагогические:** поддержка инициативы студентов, возможность выбора видов активности, участников совместной деятельности и общения;

- **материально-технические:** лаборатория вычислительной техники, оргтехника, интерактивная панель, оборудование для участия и проведения онлайн-конференций, материалы для творческих работ.

Опыт работы СНИЛ показывает, что используемый подход в профилизации направлений деятельности СНИЛ оказался очень эффективным и результативным, он позволил привлечь большее количество заинтересованных студентов к исследовательской, творческой и научно-исследовательской деятельности. Так, в 2022 году в СНИЛ занимались 7 студентов, в 2024 году участников СНИЛ стало свыше 15 человек.

Повысилась результативность участия в Республиканских и Международных олимпиадах, конкурсах и других мероприятиях (рисунок 3). Значительно выросла публикационная активность студентов (рисунок 4).

Самостоятельная научно-практическая работа в рамках работы СНИЛ «БИТ» способствует формированию самодисциплины, приучает студентов к ответственности, вырабатывает у них умение применять полученные знания для решения практических задач, целеустремленность, собранность, самоорганизацию.

Студенты, участвуя в самостоятельных исследованиях, не только приобретают знания и навыки, вносят определенный вклад в решение отдельных практических задач, но и развивают свои аналитические способности, потребность в самообразовании, что формирует культурного и интеллигентного человека.

Все участники студенческой лаборатории хорошо учатся и являются активными участниками культурной и научной жизни Университета. Все это говорит об эффективности подобной формы организации самостоятельной внеаудиторной работы студентов.

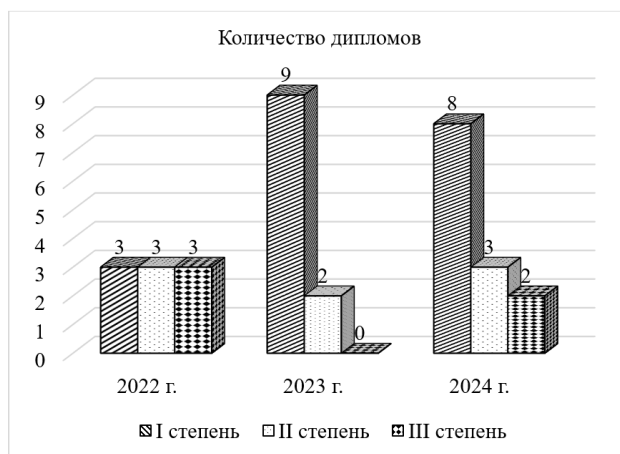


Рисунок 3 – Результативность участия студентов, занимающихся в СНИЛ, в Международных и Республиканских олимпиадах, конкурсах и других мероприятиях



Рисунок 4 – Результативность участия студентов, занимающихся в СНИЛ, в Международных и Республиканских олимпиадах, конкурсах и других мероприятиях

Список использованных источников

1. Концепция развития системы научно-исследовательской работы студентов в Республике Беларусь на 2010–2015 гг. – Минск, 2009. – 32 с.
2. Крачак, О.Е. Генезис научно-исследовательской работы студентов / О.Е. Крачак // Веснік БДУ. Серыя 4. – 2011. – № 3. – С. 85–89.
3. Система научно-исследовательской работы студентов в Республике Беларусь: состояние и перспективы развития / А.И. Жук [и др.] // Вышэйшая школа. – 2014. – № 4. – С. 25–31.

УДК53:372.8

И.О. Деликатная, Е.И. Доценко, К.П. Шилева
Белорусский государственный университет транспорта

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ КУРСА ФИЗИКИ

Обсуждаются некоторые приемы, применяемые авторами на практических занятиях по физике, направленные на развитие познавательной деятельности и творческой активности студентов. Приводятся примеры заданий и критерии их оценки.

Ключевые слова: модульно-рейтинговая система, творческое задание, кроссворд.

Введение. В современных условиях выросла потребность общества в выпускниках вузов, обладающих не только хорошей профессиональной подготовкой, но и их способностью к творческой деятельности. Формирование этого качества у студентов в условиях постоянно увеличивающегося объема и усложнения научной информации, усложнения и быстрой динамики развития современных технологий позволят молодому специалисту быстро адаптироваться к вызовам, которые предъявляют ему современные условия производства, позволят решать проблемы, возникающие в ходе его профессиональной деятельности. С этой точки зрения интересно обсудить некоторые методические приемы, применяемые авторами на практических занятиях по физике, направленные на создание педагогических условий для развития познавательной самостоятельности студентов и развитии их творческой активности.

Стимулом для развития творческого потенциала каждого студента является, на наш взгляд, модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Возможность повысить свой рейтинговый балл предоставляется каждому студенту посредством выполнения различных заданий творческого характера, что также оценивается в баллах. Таким образом, контрольно-оценочная деятельность не только выполняет функции выявления и диагностики результатов обучения, но и служит основой для управления процессом усвоения знаний и активизации творческой активности студентов в процессе обучения [1].

В ходе учебного процесса студентам предоставляется возможность проявить свои творческие способности, что также оценивается в баллах. Большую популярность у студентов первого курса пользуются задания на составления тематических кроссвордов. Для этого в семестре предлагаются к выполнению на добровольной основе три самостоятельные творческие работы.

Первая творческая работа предлагается после прохождения разделов «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика». Студентам необходимо разработать кроссворд по предложенным темам: «Элементы кинематики и динамики», «Динамика поступательного движения. Силы в механике», «Законы сохранения в механике. Работа и энергия», «Основы молекулярной физики», «Реальные газы, жидкости и твердые тела». В каждой теме предлагается около двадцати ключевых слов, которые и должны заполнить поле кроссворда. Около слов есть пояснение, какой смысл должен быть вложен в вопрос или задание, однозначным ответом, на который (которое) будет выделенное слово. Это может быть понятие, определение, закон, явление и так далее. Задание студент выбирает случайным образом.

Для примера представим задание по теме «Элементы кинематики и динамики».

Кроссворд

Из перечисленного списка выделенных **жирным шрифтом** слов, выбрать не менее 12, из которых Вы составите кроссворд (приблизительно половина из которых будет расположена по вертикали, половина – по горизонтали).

В кроссворде буквы не проставлять, а номера (указанные в первой клетке) должны соответствовать номеру вопроса задания.

Оформить все в электронном виде и сдать преподавателю распечатанный экземпляр и файл.

Материал смотреть в любых доступных Вам учебных пособиях для ВУЗов, ориентируясь на лекционный.

Тема «Элементы кинематики и динамики».

Физика (определение)

Эксперимент (понятие)

Гипотеза (понятие)

Закон (определение)

Механика (определение)

Кинематика (определение)

Динамика (определение)

Статика (определение)

Поступательное (движение)

Вращательное (движение)

Траектория (понятие)

Путь (понятие)

Перемещение (понятие)

Скорость (определение)

Ускорение (определение)

Угловая (скорость)

Полное (ускорение)

Сила (понятие)

Масса (понятие)

Импульс (понятие)

Второе творческое задание раздается после прохождения раздела «Электричество и магнетизм» по темам: «Электростатическое поле», «Электрическое поле в веществе», «Постоянный электрический ток проводимости», «Магнитное поле». Третье творческое задание выдается после завершения третьего модуля по дисциплине и охватывает темы: «Колебания и волны», «Геометрическая оптика», «Взаимодействие света с веществом», «Строение и свойства атомных ядер», «Радиоактивность. Элементарные частицы».

Максимальным баллом, который может получить студент за составление кроссворда, является «10». Особое внимание при оценке творческой работы уделяется грамотной постановке вопроса или задания, оформлению творческой работы. На получаемый балл влияет и максимальное количество слов, использованных в кроссворде. Таким образом, за выполнение творческого задания студенты могут получить высший балл, что влияет на итоговый балл при модульно-рейтинговой оценке знаний по дисциплине «Физика». Хотя темы, выбранные студентами, повторяются, но одинаковых кроссвордов быть не должно. Тем и интересны творческие задания, которые способствуют развитию личностного потенциала студентов.

Интересным оказался опыт, использования разработанных студентами кроссвордов при проведении кафедрой фестиваля «Физика для любознательных» в рамках мероприятий по профориентации школьников. В фестивале приняли участие школьники десятых-одиннадцатых классов Ирнинской гимназии г. Гомеля и Гомельского городского лицея № 1 [2]. Школьникам в соревновательной части фестиваля было предложено решить кроссворды, вопросы и задания к которым были разработаны студентами первого курса в рамках творческого самостоятельного задания.

Главной особенностью такой формы организации учебной деятельности студентов является активизация обучения, передача студентам инициативы в организации своей познавательной деятельности. Это позволяет добиться того, что обучение включает не только усвоение новой информации, но и творческую перестройку исходных познавательных ориентиров.

Список использованных источников

1. Деликатная, И.О. Особенности результатов контроля учебной деятельности студентов по разделам курса физики / И.О. Деликатная, Е.И. Доценко, К.П. Шилыева // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : 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, 2022. – С. 19–21.

2. Развитие личностного потенциала студентов через их привлечение к профориентационной работе со школьниками / И.О. Деликатная, Е.И. Доценко, К.П. Шилыева, Л.М. Липская // Инновационный опыт идеологической, воспитательной и информационной работы в вузе : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. Г.М. Чаянковой ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель, 2018. – С. 160–162.

УДК 378.147

О.С. Дыба, Л.А. Кривошеева
УО «Средняя школа № 7 г. Мозыря»

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ЛИЧНОГО БЛОГА УЧИТЕЛЯ

В статье рассматриваются возможности, преимущества и недостатки искусственного интеллекта в деятельности учителя. Акцентируется внимание на заданиях, способствующих развитию познавательного интереса учащихся и генерируемых с помощью искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), блог, процесс, контент, квест, алгоритм, генерация, публикация.

Введение. Современная школа характеризуется готовностью учителей к освоению новых технологий и инструментов. В этом контексте блог учителя становится не просто платформой для публикации контента, а динамичным и многогранным инструментом, отражающим его профессиональную деятельность и творческий потенциал. Блог – это чистый цифровой холст, на котором педагог может "нарисовать" всё, что пожелает, создавая уникальную образовательную среду.

В отличие от заимствованных платформ социальных сетей, личный блог обеспечивает полный контроль над контентом и его доступностью. Изменения в алгоритмах или даже закрытие сторонних платформ не повлияют на ваш цифровой ресурс. Личный блог позволяет организовать виртуальный мир педагога, интегрируя различные форматы контента: текстовые статьи, видеоматериалы, анимацию, изображения, подкасты и инфографику. Это долгосрочная платформа, отражающая творческие наработки и образовательные материалы учителя.

Задача любого образовательного продукта – достижение целевой аудитории и предоставление ожидаемых преимуществ. Блог прекрасно справляется с этой задачей.

Современные технологии, в частности искусственный интеллект (ИИ), открывают новые возможности для ведения личного блога учителя, позволяя оптимизировать процессы и повысить эффективность контента. Однако, как и любой инструмент, ИИ имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать.

Преимущества использования ИИ в блоге учителя:

- **Экономия времени:** Автоматизация рутинных задач, таких как проверка грамматики, анализ ключевых слов и генерация идей для контента.
- **Персонализация контента:** Анализ данных о предпочтениях учеников для создания персонализированных учебных материалов.
- **Аналитика и оптимизация:** Анализ трафика блога, поведения пользователей и эффективности контента для улучшения стратегии ведения блога.
- **Интерактивность и вовлеченность:** Использование чат-ботов на базе ИИ для оперативного ответа на вопросы учеников и повышения доступности учебных материалов.
- **Улучшение качества контента:** ИИ-инструменты для улучшения стилистики текста, подбора синонимов и исправления ошибок.

Недостатки использования ИИ в блоге учителя:

- **Недостаток человеческого элемента:** ИИ не заменяет личное общение и эмоциональную поддержку учителя.

- **Ошибки и неточности:** ИИ может допускать ошибки, требующие дополнительной проверки со стороны учителя.
- **Зависимость от технологий:** Необходимость наличия технологической инфраструктуры и навыков работы с ИИ-инструментами.
- **Конфиденциальность данных:** Важность соблюдения правил конфиденциальности и безопасности данных учеников при использовании ИИ для анализа информации.
- **Потенциальное устаревание:** Быстрое развитие технологий требует постоянного обновления знаний и навыков работы с новыми ИИ-инструментами.

Как и любой педагог, мы стремимся зажечь в детях искру интереса к логике и математике. В этом нам активно помогает искусственный интеллект, ставший незаменимым инструментом в ведении блога.

Например, одним из любимых инструментов для работы стал ИИ "Квестодел". Он позволяет создавать интересные логические задания, которые мы с радостью публикуем в своем блоге.

Допустим, чтобы оформить задачу в формате квеста – путешествие по лабиринту, где правильные ответы открывают новые пути, "Квестодел" помогает описать этапы и адаптировать задания под возрастную категорию наших учеников (рисунок 1). После того как задания готовы, мы используем блог, чтобы делиться ими с широкой аудиторией.

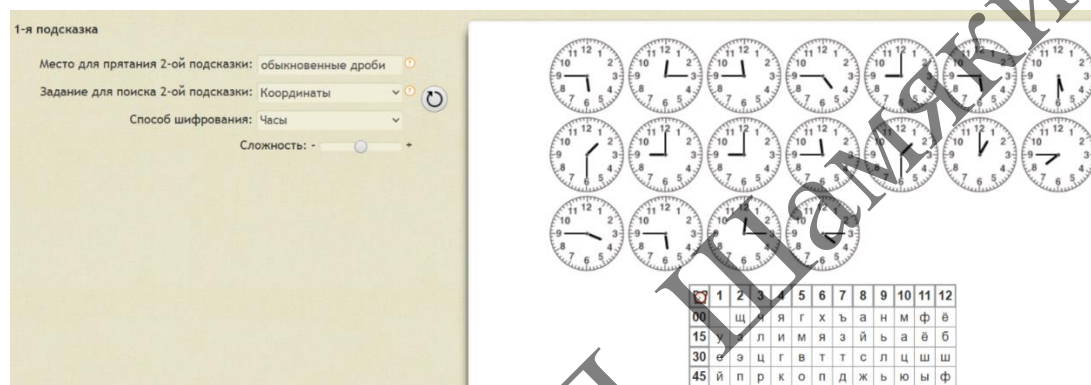


Рисунок 1 – Визуализация ребуса в «Квестодел»

Самое замечательное в использовании ИИ "Квестодела" – это возможность экономить время на рутинных задачах, чтобы сосредоточиться на творческом процессе. А главное видеть, как дети увлеченно решают задания и с каждым разом становятся более уверенными в своих силах!

Еще одним из самых полезных инструментов для ведения блога стал ИИ Copilot, который значительно облегчает процесс и делает его более эффективным.

Прежде всего, Copilot помогает с созданием контента (рисунок 2). Иногда бывает сложно выразить мысли так, чтобы они были понятными и интересными, но с помощью ИИ можно быстро генерировать текстовые идеи, черновики статей и даже структурировать сложные темы. Например, если мы пишем о решении сложных алгоритмических задач или о новых методах преподавания, Copilot подсказывает, как лучше оформить материал, чтобы он был доступным для разных уровней читателей.

Вот пример расписания публикаций и идей контента для вашего блога на три дня:

День 1: Логические задачи и вовлечение аудитории

- **Утро:** Опубликовать статью с необычной логической задачей. Например, задача про банки с вареньем, оформленная в игровом формате. Добавьте пошаговое объяснение решения.
- **День:** Выложить короткий видеоролик с интерактивным заданием для учеников. Видеоформат может включать ваше объяснение задачи и приглашение подписчиков решать её в комментариях.
- **Вечер:** Провести опрос или викторину в соцсетях или блоге, задав вопрос, связанный с математикой или информатикой (например, "Какую пользу принёс первый алгоритм в повседневной жизни?").

День 2: Практика в информатике и вдохновение

- **Утро:** Написать пост о реальном применении программирования. Например, "5 крутых проектов для начинающих в Python" с краткими инструкциями.
- **День:** Записать видеурок по созданию простого алгоритма или программы (например, калькулятор на Python). Упомяните полезные советы для учеников.
- **Вечер:** Поделитесь мотивационной историей из своей практики преподавания или интересным фактом из истории информатики.

Рисунок 2 – Пример запроса в «Copilot»

Кроме того, Copilot невероятно удобен в плане экономии времени. Он помогает проверять грамматику и стилистику текста, а также исправлять ошибки. Это особенно важно, когда хочется сделать публикацию не только информативной, но и профессионально оформленной.

Кроме работы с контентом, Copilot полезен и в планировании. Он помогает составлять расписание публикаций, генерировать идеи для новых записей, а также анализировать аудиторию и ее интересы. Это позволяет оставаться в курсе того, что важно для читателей, и адаптировать контент под их потребности.

Ведение блога вместе с Copilot превратилось в увлекательный и продуктивный процесс. Этот инструмент помогает делиться знаниями и вдохновлять других, делая блог доступным, интересным и полезным для всех.

С помощью Nicebot можно генерировать необычные идеи для заданий. Например, если нужно создать задачу с элементами логики и математики, нужно описать тему, возрастную группу учеников и уровень сложности. Nicebot предлагает оригинальные концепции, начиная от головоломок, основанных на реальных сценариях, и заканчивая тестами в игровом формате, где ученики чувствуют себя исследователями или детективами (рисунок 3).

составь задачу в форме детектива для пятого класса на тему: все действия с дробными числами

Нейросеть чат-бот

Дело о пропавшем торте

Детектив: Юный детектив Митя Кузнециков

Жертва: Именинный торт для бабушки, испеченный мамой.

Место преступления: Кухня квартиры Кузнециковых.

Время преступления: Между 15:00 и 16:00 в воскресенье.

Улики:

- **Улика №1:** На столе лежит записка, написанная неровным почерком: "Я взял немного, но это было необходимо для эксперимента!"
- **Улика №2:** На тарелке от торта осталось только $\frac{1}{4}$ всего торта.
- **Улика №3:** Митя заметил, что на столе рядом с запиской стоит мерный стакан с остатками сахарной пудры. В стакане осталось $\frac{1}{5}$ килограмма пудры. Мама точно помнит, что в стакане было $\frac{1}{2}$ килограмма пудры до того, как кто-то испек торт.
- **Улика №4:** Под столом Митя нашел несколько крошек шоколада. Он уверен, что это именно от того торта, потому что он был щедро посыпан шоколадной крошкой. Рядом с крошками валяется книга рецептов, открытая на странице с рецептом шоколадного печенья. В рецепте указано, что для печенья нужно $\frac{2}{3}$ от количества шоколадной крошки, использованной для торта.
- **Подозреваемые:**
 - **Папа:** Утверждает, что смотрел футбол и нигде не отлучался.
 - **Сестра Катя (10 лет):** Говорит, что делала уроки в своей комнате.
 - **Дедушка:** Заявил, что читал газету в кресле и ничего не видел.

Задание для детектива Мити (и тебя, юный сыщик!):

1. Какая часть торта пропала?
2. Сколько килограммов сахарной пудры использовали для "эксперимента"?
3. Какую часть от шоколадной крошки на торте составляет количество, необходимое для печенья?
4. Основываясь на этих уликах и своих дедуктивных способностях, кто из подозреваемых мог съесть торт и использовать сахарную пудру для "эксперимента", возможно, для приготовления шоколадного печенья? Почему ты так думаешь?

Удачи в расследовании! Бабушкин день рождения под угрозой!

Рисунок 3 – Пример запроса в «Nicebot»

Кроме того, Nicebot помогает прорабатывать детали. Если необходимо включить нестандартные вопросы или задачи, ИИ помогает сформулировать их так, чтобы они были четкими, увлекательными и соответствовали учебным целям. Например, нам нравится предлагать ученикам решать задачи через истории – кто-то строит мосты, кто-то запускает ракеты, и при этом нужно использовать математику для достижения цели.

Когда задания или тесты готовы, мы используем блог, чтобы делиться ими с коллегами и родителями. Nicebot также помогает оптимизировать текст для блога, делая публикацию понятной и привлекающей внимание. Это позволяет не только делиться своими разработками, но и вдохновлять других учителей на использование технологий для создания уникального контента.

Работая с Nicebot, мы видим, как технологии открывают новые горизонты для образования. Каждый тест или задача, созданные с его помощью, превращаются в увлекательное путешествие для учеников, помогая им развивать логическое мышление и любовь к предмету. Для нас это не только полезный, но и вдохновляющий инструмент.

https://kvestodel.ru/  	https://copilot.microsoft.com/  	https://nicebot.ru/  
---	---	---

Таким образом, использование искусственного интеллекта в ведении личного блога учителя – это перспективное направление, позволяющее оптимизировать процессы, персонализировать контент и повысить эффективность обучения. Однако важно помнить о недостатках и соблюдать баланс между технологиями и человеческим фактором, сохраняя личное общение и эмоциональную поддержку учеников. Использование ИИ должно быть направлено на усиление, а не замену роли учителя в образовательном процессе. В конечном счете, блог учителя – это отражение его личности, опыта и стремления к постоянному профессиональному развитию, а ИИ – это инструмент, помогающий достичь новых высот в этой деятельности.

УДК 372.53

Е.А. Дьякова

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

В статье рассмотрены основные подходы к формированию системного мышления в обучении физике в инженерном классе. Кратко охарактеризованы инженерное и системное мышление, определены компоненты системного мышления и возможные пути их формирования. Сформулированы условия формирования системного мышления у обучающихся инженерных классов.

Ключевые слова: системное мышление, обучение физике, инженерный класс.

Введение. Люди с инженерным мышлением востребованы всегда и в любой стране. В России в последнее десятилетие постоянно росла потребность в специалистах, способных ставить и решать современные технико-технологические задачи. В связи с этим реализуется задача открытия инженерного профиля обучения в старших классах, ориентированного на инженерные специальности в области машиностроения, энергетики, строительства, транспорта, космических технологий. Школьники инженерных классов углубленно изучают математику, физику, информатику, дополнительные предметы. Подготовка в таких классах предполагает взаимодействие с вузами инженерно-технической направленности, промышленными организациями. «Инженерное мышление – это системное техническое мышление с элементами творческой деятельности, включающее в себя разные смежные типы мышлений» [1, с. 68], в частности, логическое, образно-интуитивное, научно-практическое [2].

Обязательным компонентом деятельности обучающихся является творческая составляющая. В основе формирования необходимых умений и навыков лежат практикоориентированные задачи и проекты. В современную инженерную подготовку также включают экономическую и управленческую составляющую, необходимую при реализации инженерных решений, а также способность к быстрой адаптации к новым технологиям и научным достижениям [3].

Современные технические науки все больше переходят в стадию интеграции, как между собой, так и с другими областями человеческого знания, что соответствует требованиям развития производства [4]. Компетенции инженера включают инженерную, техническую, конструкторскую, цифровую, исследовательскую составляющие. Это означает, что такое качество инженерного мышления как системность, выходит на первый план. Системное мышление – это мышление, которое «рассматривает реальный объект (комплекс объектов) как многомерное целое с учетом множества детерминирующих факторов: специфических и неспецифических, прямых и косвенных, стабильных и переменных» [5, с. 86]. Единство целостности и дискретности позволяет выявить множество связей между объектами и одновременно воспринимать их как целое, что очень важно в конструкторской и исследовательской деятельности, при анализе функционирования технических устройств и технологических процессов. В исследовании И.А. Сычева выявлены основные умения, используемые при системном мышлении: «узнавать системные объекты и отличать их от несистемных, видеть систему как иерархическую структуру взаимодействующих между собой элементов, выделять общий принцип построения системы и ее интегративные свойства, конструировать на основе заданных интегративных свойств новую систему или разрабатывать и использовать модель системы» [6, с. 8]. В более современных работах добавлены умения критически оценивать систему и процессы, с ней связанные, анализировать и прогнозировать развитие системы [7].

Итак, системное мышление как центральный компонент инженерного мышления предполагает наличие двух составляющих – теоретической и практической, соответственно, встречных мыслительных процессов – разделения сложного объекта на составляющие (системный анализ) и сборки его из этих составляющих (системный синтез) – рассмотрения процесса как упорядоченной совокупности действий-этапов и построение его из них. При развитом системном мышлении эти два процесса происходят «одновременно», поэтому такое мышление называют многомерным. Современное системное мышление не может обойтись без синектической составляющей, т.к. именно «сумасшедшинка» творчества обеспечивает постановку и решение сложных проблем, в том числе инженерных. Синектика (способ комбинирования

разнородных объектов в функционально целое) превращает инженера в инженера-творца, уходящего от шаблонов и научно доказанных решений, эмоционально вовлеченного в процесс [8]. Таким образом, на наш взгляд, у школьников следует развивать три компонента системного мышления (рисунок 1):



Рисунок 1 – Функционал системного мышления

В соответствии с данным функционалом и должен быть построен процесс формирования системного мышления в обучении физике. Для инженерных классов он имеет свою специфику. Прежде всего, он базируется на практикоориентированных задачах и проектах. При этом сохраняется роль систематизации теоретических знаний, обучающей школьников видеть связи между объектами рассмотрения, их иерархию. Поэтому следует использовать задания на построение схем, логических цепочек при изучении материала. Аналогично итоговой схеме после изучения темы можно предложить учащимся обобщение в виде предварительной схемы новой темы там, где предстоит изучение по аналогии (электростатическое магнитостатическое поля, механические и электромагнитные колебания). Другой вариант – составление обобщенного плана для описания явления или закономерности как результата выполненной работы и изучение по этому плану новых понятия или закономерности. В этом случае мы предлагаем обучающимся пройти по цепочке системного анализа и системного синтеза. Практическим (с реальными объектами) аналогом подобной деятельности является сборка установок и устройств и их разборка с целью изучения механизма действия. В практической деятельности элементы системного мышления формируются при решении физических задач, в том числе, практикоориентированных – составление алгоритма решения, анализ готового решения с целью выявить ошибку (поломку). Важное место в подготовке к инженерно-конструкторской деятельности занимают исследовательские работы, в которых предполагается разработка экспериментальной установки, плана исследования (например, исследование факторов, влияющих на показания электроизмерительных приборов в цепи).

Особое место занимает выполнение проектов, прежде всего конструкторских: на создание различных устройств; получение определенных результатов – разработку технологической цепочки, метода, выявление условий протекания процесса. На наш взгляд, наиболее сильным обучающимся следует предложить изобретательские проекты, задав лишь общее направление (возможно, предложив подсказки в виде набора фотографий природных объектов) и предоставив им самим создать что-то новое (использование синектического метода). Синектический метод предпочтительнее использовать в групповой работе, например, в малой группе из двух-трех человек, причем желательно, чтобы одним из них был учащийся с нестандартным мышлением, способный увидеть аналогию в совершенно неожиданной области, подойти к решению с неожиданной стороны. Примеров синектики в быту является расположение в багажнике машины предметов, совершенно разных по свойствам, массе, форме и пр. Их невозможно укладывать бесконечно, нужно анализировать все сразу. В обучении физике компоновка больших систематизирующих схем на страницу, элементов устройства в корпус и т.п. – пример простого использования синектики.

Физика для инженерных профессий является основой, но сегодня значительно возросла и роль других наук. Интегративность инженерной подготовки – обязательное условие достаточной компетентности будущего специалиста. Это означает использование междисциплинарных знаний и умений, соответственно, межпредметных заданий и проектов. Связи физики и химии, физики и биологии, реализованные в технических объектах, технологиях, могут демонстрироваться при изучении материала или быть основой контекстных заданий в кейсах или проектах.

Сформулируем условия формирования системного мышления у обучающихся в инженерных классах:

- целенаправленное и мотивационное при изучении физики, направленное на инженерные профессии и развитие системного мышления;
- формирование компонентов системного мышления через реализацию междисциплинарных связей физики и техники, естественнонаучных дисциплин и техники с использованием соответствующих примеров, заданий, проектов;
- создание развивающей среды для формирования системного мышления – через сочетание коллективной, групповой и индивидуальной форм деятельности, использование возможностей информационной среды, программирования, специального оборудования;

- наличие минимума знаний в областях, на которых базируется техническая и технологическая деятельность;
- использование активных и интерактивных методов и технологий при формировании умений, реализующих системное мышление;
- визуализация результатов деятельности (схемы, чертежи, фото и видеофрагменты) – как результат или как основа деятельности, привлечение для этого программных средств;
- выполнение в процессе изучения физики квазиинженерной деятельности – анализ и конструирование устройств, процессов;
- приоритет самостоятельной работе (групповой и индивидуальной).

Процесс формирования системного мышления у учащихся инженерных классов в ходе изучения физики должен происходить на базе физико-технических знаний – прикладных, историко-научных, экспериментальных и пр. Для этого специально создается информационная база, подбирается оборудование, разрабатываются задания. Деятельность обучающихся должна быть разнообразной, т.к. многие еще не определились с направлением дальнейшего обучения.

Список использованных источников

1. Лебедева, Т.Н. Инженерное мышление: определение и состав его компонентов / Т.Н. Лебедева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 4-3. – С. 66–68.
2. Лукашенко, Т.М. Формирование инженерного мышления на уроках английского языка / Т.М. Лукашенко // Ментор. – 2019. – № 3. – С. 59–61.
3. Семенкова, Т.А. Формирование инженерного мышления школьников средствами 3D-моделирования в контексте реализации технологий STEAM-образования / Т.А. Семенкова, А.Ю. Федосов // International Journal of Open Information Technologies. – 2024. – № 12. – С. 102–117.
4. Филатова, О.Н. Формирование инженерного мышления у обучающихся на занятиях образовательной робототехники / О.Н. Филатова, О.Ю. Рябков, Е.Л. Ермолаева // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 68-4. – С. 245–247.
5. Формирование системного мышления в обучении : учеб. пособие для вузов / под ред. проф. З.А. Решетовой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 344 с.
6. Сычев, И.А. Педагогические условия формирования элементов системного мышления учащихся старших классов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / И. А. Сычев. – Барнаул, 2009. – 23 с.
7. Панов, А.В. Формирование системного мышления / А.В. Панов, М.А. Федорова // Омский научный вестник. – 2014. – № 4 (131). – С. 162–165.
8. Челнокова, Е.А. Синектика как метод активизации нестандартного мышления обучающихся / Е.А. Челнокова, В.А. Разорёнов, А.С. Челноков // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 65-4. – С. 265–268.

УДК 53(072)(043.3)

М.В. Евланов

ГПО «Средняя школа № 45 г. Минска»

ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИКО-КОНСТРУКТОРСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

В данной статье предложены варианты формирования технико-конструкторских умений учащихся 10–11 классов при изучении учебного предмета «Физика». Перечислены критерии сформированности технико-конструкторских умений учащихся на каждом из этапов технико-конструкторской деятельности.

Ключевые слова: технико-конструкторские умения учащихся, учебный предмет «Физика», технико-конструкторская деятельность и ее этапы.

Введение. В современном образовательном процессе особое внимание уделяется развитию технико-конструкторских умений учащихся, поскольку они способствуют формированию инженерного мышления и практических навыков, необходимых для решения сложных технических задач. Учебный предмет «Физика» играет ключевую роль в процессе формирования технико-конструкторских умений учащихся, поскольку он не только раскрывает фундаментальные законы природы, но и предоставляет возможности для проектирования, моделирования и конструирования реальных объектов, т.е. для осуществления технико-конструкторской деятельности [1].

Технико-конструкторские умения – это освоенная учащимися обобщённая система умственных и практических действий, составляющих структуру технико-конструкторской деятельности, обеспечивающей выполнение экспериментальных учебных заданий. Формирование технико-конструкторских умений учащихся происходит при осуществлении технико-конструкторской деятельности, включающей основные этапы:

1) формулирование технико-конструкторской задачи и целевого назначения технического устройства; 2) создание графической модели; 3) сборку технической конструкции, 4) апробацию технической конструкции [3].

Педагогическим инструментом для формирования технико-конструкторских умений учащихся выступает проектное обучение, в процессе которого можно реализовать все вышеозначенные этапы технико-конструкторской деятельности учащихся. Также проектное обучение способствует вовлечению учащихся в активный творческий, познавательный процесс, обеспечивающий понимание каждым учащимся, зачем ему нужны те или иные знания, где их можно применять и как они могут быть ему полезны [2].

Для оценки уровня сформированности технико-конструкторских умений учащихся в процессе проектного обучения физики нами применяются специализированные диагностические матрицы (таблица 1), позволяющие интерпретировать результаты по 10-балльной шкале оценивания и отразить уровень сформированности технико-конструкторских умений учащихся (таблица 2).

Таблица 1 – Диагностическая матрица оценивания выполнения проекта

Учреждение образования: _____ Класс: _____ ФИО учащегося: _____ Название проекта: _____ Сумма набранных баллов: _____ Уровень сформированности ТКУ: _____			
Этап выполнения проекта	Задание	Критерии	Баллы
погружение в проект	Сформулируйте тему проекта, обоснуйте актуальность выбранной темы проекта	1. Четко сформулирована тема проекта и ее актуальность.	1. 4 балла
		2. В формулировке темы проекта и ее актуальности имеются незначительные ошибки.	2. 3 балла
		3. Сформулирована только тема проекта (или актуальность темы проекта).	3. 2 балла
		4. В формулировке темы проекта и ее актуальности имеются значительные ошибки.	4. 1 балл
		5. Тема проекта и ее актуальность не сформулированы	5. 0 баллов
организация деятельности	Выберите направление (тип) и жанр выполнения проекта, продолжительность работы над проектом	1. Направление (тип), жанр выполнения проекта и продолжительность работы определены верно.	1. 2 балла
		2. В формулировках направления (типа), жанра выполнения проекта и продолжительности работы над проектом имеются незначительные ошибки, неточности.	2. 1 балл
		3. Формулировки направления (типа), жанра выполнения проекта и продолжительности работы над проектом неверны	3. 0 баллов
осуществление деятельности	Сформулируйте цель и задачи проекта, гипотезу проекта	1. Цель и задачи проекта, гипотеза проекта сформулированы верно.	1. 2 балла
		2. В формулировках цели и задач проекта, гипотезы проекта имеются незначительные ошибки, неточности.	2. 1 балл
		3. Формулировки цели и задач проекта, гипотезы проекта неверны	3. 0 баллов
	Подготовьте информационный материал по теме проекта	1. Подобранный информационный материал полностью соответствует тематике проекта.	1. 2 балла
		2. Подобранный информационный материал частично соответствует тематике проекта.	2. 1 балл
	Заполните макет «Паспорт изобретения»	1. Макет «Паспорт изобретения» заполнен верно.	1. 2 балла
		2. Макет «Паспорт изобретения» заполнен с незначительными ошибками.	2. 1 балл
		3. Макет «Паспорт изобретения» заполнен неверно	3. 0 баллов
	Осуществите сборку изобретения	1. Сборка изобретения осуществлена верно.	1. 2 балла
		2. Сборка изобретения осуществлена частично.	2. 1 балл

		3. Сборка изобретения осуществлена неверно (или изобретение не собрано)	3. 0 баллов
	Протестируйте изготовленное изобретение	1. Тестирование изготовленного изобретения выполнено. 2. Тестирование изготовленного изобретения не выполнено	1. 1 балл 2. 0 баллов
	Сформулируйте выводы (заключение) по результатам выполнения проекта	1. Выводы (заключение) по результатам выполнения проекта сформулированы верно. 2. Выводы (заключение) по результатам выполнения проекта сформулированы частично верно. 3. Выводы (заключение) по результатам выполнения проекта сформулированы неверно	1. 2 балла 2. 1 балл 3. 0 баллов
	Составьте список использованных информационных источников	1. Список использованных информационных источников составлен и оформлен верно. 2. Список использованных информационных источников составлен и оформлен с незначительными ошибками. 3. Список использованных информационных источников составлен и оформлен неверно	1. 2 балла 2. 1 балл 3. 0 баллов
	Оформите приложения к проекту	1. Приложения оформлены верно. 2. Приложения оформлены неверно	1. 1 балла 2. 0 баллов
презентация результатов	Презентуйте результаты выполнения проекта (фото/видео, презентация, плакат и т.д.)	1. Презентация проекта осуществлена в различных формах представления. 2. Презентация проекта осуществлена с использованием одной формы представления. 3. Презентация проекта отсутствует	1. 2 балла 2. 1 балл 3. 0 баллов

Таблица 2 – Интерпретация результатов выполнения проекта по 10-ти балльной шкале оценивания

Сумма набранных баллов	Отметка	Уровень усвоения учебного материала	Уровень сформированности технико-конструкторских умений
21–22	10	высокий	творческий
19–20	9		
17–18	8	достаточный	продуктивный
15–16	7		
13–14	6	средний	
10–12	5		
8–9	4	удовлетворительный	репродуктивный
6–7	3		
4–5	2	низкий	
2–3	1		
0–1	0		

Таким образом, формирование и оценка технико-конструкторских умений учащихся при изучении учебного предмета «Физика» играет важную роль в развитии их инженерного мышления, практических навыков и способности к решению прикладных задач. Проектное обучение физике способствует более глубокому пониманию физических явлений и способствует формированию технико-конструкторских умений учащихся. Эффективность образовательных технологий можно оценить с помощью комплексного анализа достижений учащихся, их способности к самостоятельной деятельности и применению знаний в реальных условиях.

Список использованных источников

1. Алексеева, Е.Е. Методика формирования функциональной грамотности учащихся в обучении математике / Е.Е. Алексеева // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66 (2). – С. 10–15.
2. Баркова, Е.Ю. Метод проектов на уроках физики / Е.Ю. Баркова // Физика. Первое сентября. – 2004. – № 35. – С. 3–6.

3. Функциональная грамотность: конструируем и проектируем 10–11 классы : пособие для учителей учреждений образования, реализующих образовательные программы общ. сред. образования с белорусским и русским языками обучения и воспитания [Электронный ресурс] : методические рекомендации / М.В. Евланов, Д.И. Прохоров. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2023/12/Metod-Materialy-Prohorov.pdf>. – Дата доступа: 06.05.2025.

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КРУЖОК «АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»
КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**

В статье рассматривается деятельность научно-исследовательского кружка «Алгебраические системы» на кафедре физики и математики Мозырского государственного педагогического университета имени И.П. Шамякина. Описаны ключевые направления работы: разработка исследовательских задач по алгебре, логике и криптографии для школьников и студентов, создание электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК), методическая деятельность. Рассматриваются инновационные методы организации работы кружка и их влияние на формирование исследовательских компетенций у студентов.

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, научно-исследовательский кружок, электронный учебно-методический комплекс, алгебра, логика, криптография.

Введение. В современных условиях научно-исследовательская деятельность студентов приобретает особую значимость, поскольку способствует формированию критического мышления, аналитических способностей и навыков самостоятельного решения сложных задач. Работа в научных кружках позволяет студентам не только углублять знания по профильным дисциплинам, но и приобретать практический опыт научного поиска, развивать исследовательские компетенции, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности.

На кафедре физики и математики Мозырского государственного педагогического университета им. И.П. Шамякина успешно функционирует студенческий научно-исследовательский кружок «Алгебраические системы», ориентированный на изучение современных алгебраических структур, разработку исследовательских задач и их применение в учебном процессе [1]. Научно-исследовательский кружок «Алгебраические системы» объединяет студентов, интересующихся углублённым изучением алгебры, логики, криптографии и методики преподавания математики. Основные направления его работы включают разработку исследовательских задач для школьников, создание ЭУМК для учреждений общего среднего образования, а также проведение методической работы по совершенствованию преподавания математики. Одним из важнейших аспектов является исследовательская работа студентов, позволяющая формировать у них аналитическое мышление и навыки научного поиска. Работа кружка способствует формированию у студентов фундаментальных знаний по алгебре, развитию их математической культуры и подготовке к будущей научной деятельности. Важной особенностью работы кружка является внедрение инновационных методов, таких как цифровые образовательные технологии и математическое моделирование при решении исследовательских задач.

Работа кружка направлена на всестороннее изучение алгебраических структур, таких как группы, кольца, поля, булевы алгебры, решётки и другие математические объекты. Основные направления работы включают:

1. Исследование алгебраических систем и их свойств: разбор и доказательство ключевых теорем из общей алгебры; анализ конкретных примеров групп, колец и полей; поиск новых свойств изучаемых объектов.
2. Разработка исследовательских задач по алгебре: постановка нестандартных задач, требующих глубокого анализа; изучение многополиномиальных функций и их применений; исследование различных способов разложения многочленов на множители.
3. Моделирование алгебраических структур в прикладных задачах: применение алгебраических методов в криптографии; исследование кодов исправления ошибок и их алгебраической природы; использование теории групп в симметрии физических систем.
4. Подготовка студентов к конференциям и олимпиадам: разбор сложных задач с математических олимпиад, подготовка научных статей и докладов; развитие навыков представления научных результатов.
5. Связь с педагогической деятельностью: разработка методик преподавания алгебры с использованием исследовательских задач; создание авторских задач для школьников и студентов; подготовка учебных пособий и методических материалов.

В рамках кружка студенты совместно с преподавателями разрабатывают исследовательские задачи по алгебре, логике и криптографии, ориентированные на школьников. Эти задачи способствуют развитию критического мышления, умению формулировать гипотезы и находить нестандартные пути решения. Особое внимание уделяется задачам логического характера, требующим строгих рассуждений и доказательств, а также криптографическим задачам, связанным с элементами теории чисел и конечных полей. Разработанные задачи проходят апробацию в учебном процессе, обсуждаются на методических семинарах и включаются в авторские сборники для учителей и учеников.

Кружок активно занимается методической работой, направленной на повышение качества преподавания математики. В рамках этой деятельности создаются методические рекомендации, авторские

сборники задач и учебные пособия. Участники кружка разрабатывают и апробируют новые методики преподавания, проводят мастер-классы для учителей и принимают участие в педагогических семинарах.

Одним из значимых направлений является создание ЭУМК для школьников. Эти комплексы включают теоретические материалы, интерактивные задания и исследовательские задачи, позволяя школьникам не только изучать алгебру, но и применять знания на практике. Разрабатываемые ЭУМК могут использоваться как на уроках, так и для индивидуального изучения материала.

Кружок активно внедряет современные технологии и инновационные методы обучения, что позволяет значительно повысить интерес студентов к математике и научным исследованиям. Одним из таких методов является использование компьютерных математических систем, таких как Mathematica и MATLAB, которые позволяют эффективно визуализировать решения и проводить сложные вычисления. Это дает студентам возможность лучше понять теоретический материал и применять его на практике.

Кроме того, кружок активно применяет технологии машинного обучения в исследовательских задачах, связанных с криптографией и алгебраическими структурами. Такие исследования помогают студентам освоить передовые методы анализа данных и математического моделирования, что имеет большое значение для современных научных и прикладных областей.

Игровое обучение также является важной частью образовательного процесса в кружке. Разработка и проведение математических квестов и олимпиад, основанных на исследовательских задачах, способствует созданию интересной и увлекательной учебной атмосферы, что делает обучение более доступным и мотивирует студентов на дальнейшее изучение дисциплины.

Не менее значимым является обучение, когда студенты работают в командах, решая сложные алгебраические задачи и моделируя реальные математические процессы. Это позволяет развивать коммуникативные навыки, а также учит работать в команде, что является важным навыком для успешной карьеры в любой научной и инженерной области.

Для успешного функционирования кружка важным аспектом является постоянное привлечение новых участников. Одним из основных шагов на этом пути является популяризация кружка среди студентов. Этого можно достичь через проведение открытых лекций, демонстрацию исследовательских задач и решений, а также участие в студенческих научных конференциях, что способствует заинтересованности в деятельности кружка. Кроме того, организация мастер-классов и семинаров играет ключевую роль в знакомстве студентов с тематикой кружка и позволяет им попробовать свои силы в решении исследовательских задач, что повышает их вовлеченность. Важно также интегрировать деятельность кружка в учебный процесс, чтобы студенты могли увидеть практическую значимость участия в таких мероприятиях, что мотивирует их на более активное участие.

Создание комфортной исследовательской среды, где студенты могут общаться с единомышленниками, работать в команде и получать поддержку от преподавателей, способствует развитию творческой атмосферы и укреплению команды. Это создает дополнительный стимул для студентов присоединяться к кружку и активно работать в нем. Не менее важным является развитие цифровых платформ. Ведение сайта или группы в социальных сетях, где публикуются материалы, новости кружка, анонсы мероприятий и примеры задач, способствует лучшему информированию студентов и привлечению их внимания к деятельности кружка, что позволяет расширять его аудиторию.

Благодаря этим мерам удалось повысить интерес студентов к научно-исследовательской деятельности и привлечь в кружок мотивированных участников.

Для оценки эффективности работы кружка проведён численный анализ его деятельности, основанный на количественных и качественных показателях. В кружке занимается 15 студентов, и их результаты были сопоставлены с успеваемостью других студентов, не участвующих в кружке. Сравнение среднего балла участников кружка и остальных студентов по профильным дисциплинам показывает положительное влияние участия в кружке.

Научная активность участников кружка свидетельствует о его высокой результативности и значительном вкладе в развитие педагогической науки и практики. За последние два года членами кружка подготовлено 22 научные публикации, а также оформлено 19 актов внедрения разработок в учебный процесс учреждений общего среднего образования, что стало возможным в ходе прохождения педагогической практики. Особого внимания заслуживает участие студентов в научных конкурсах: они стали призёрами трёх международных научно-исследовательских соревнований. Значительным достижением является успех студентки Плохих В.О., представившей работу «Исследовательские задачи по математике в учреждениях общего среднего образования» [2] на Республиканском конкурсе научных работ студентов, где она была удостоена III категории.

В рамках деятельности кружка также было разработано 8 электронных учебно-методических комплексов по обучению математике, ориентированных на использование в учреждениях общего среднего образования. Эти ресурсы способствуют обновлению содержания образования, повышению интереса учащихся к предмету и внедрению цифровых технологий в учебный процесс.

Кроме того, важным направлением работы кружка стало развитие сотрудничества между студентами и учащимися. В частности, проведены совместные исследования с гимназистами ГУО «Ельская районная гимназия». Результаты этой межуровневой коллаборации были представлены на Международной

студенческой научно-практической конференции «От идеи – к инновации» и опубликованы в сборнике материалов конференции.

Анкетирование студентов показало, что 93 % участников считают кружок полезным для углубления знаний по алгебре, 80 % отметили улучшение аналитического мышления, а 67 % планируют продолжить научную деятельность. Преподаватели также отмечают высокий уровень владения методами математического исследования среди членов кружка. Многие его участники в дальнейшем выбирают научную карьеру, продолжая исследования в области алгебры.

Численный анализ подтвердил, что научно-исследовательский кружок «Алгебраические системы» способствует повышению успеваемости студентов, развитию их научных и методических навыков, а также укрепляет интерес к математике. Внедрение исследовательских задач, инновационных методов и ЭУМК в образовательный процесс повышает качество математического образования. Разнообразие форм участия в научной и проектной деятельности формирует у студентов устойчивую мотивацию к дальнейшему профессиональному росту и научному поиску. Дальнейшее развитие кружка может быть направлено на расширение исследовательской тематики, внедрение новых цифровых технологий и усиление работы по привлечению студентов к научной деятельности.

Список использованных источников

1. Ефремова, М.И. Научно-исследовательская работа студентов физико-инженерного факультета / Педагог 21 века: современные вызовы и компетенции [Электронный ресурс] : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 16 июня 2022 г. / ГУО «Гомельский областной институт развития образования» ; редкол.: А.З. Бежанишвили (отв. ред.) [и др.] – Гомель, 2022. – С. 157–159.

2. Ефремова, М.И. Формирование исследовательских компетенций учащихся / М.И. Ефремова, В.О. Плохих // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 24 марта 2023 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: И.Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.] – Мозырь, 2023. – С. 101–103.

УДК 004.4; 004.92

Д.А. Зернина

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ORIGIN ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ И ФИЗИКЕ ТВЁРДОГО ТЕЛА

В работе представлены результаты анализа использования научно-инженерного пакета Origin для выполнения лабораторных работ по учебным дисциплинам «Материаловедение» и «Физика твёрдого тела». Приведён алгоритм обработки результатов исследования быстрозатвердевших фольг методом рентгеновской дифракции, направленных на построение дифрактограмм и их комплексного анализа.

Ключевые слова: Origin; дифрактограмма; рентгеновская дифракция; фольга; быстрозатвердевшие сплавы; кристаллическая структура.

Введение. Организация экспериментальных исследований и измерений в науке включает в себя как измерения, так и обработку экспериментальных данных с их анализом. Графики и рисунки являются наиболее информативными, наглядными и надежными способами представления экспериментальных данных. Этот процесс обработки данных отличается простотой и наглядностью, не требует сложных вычислений и при этом дает достаточно точные результаты, позволяя выявить общий характер функциональной зависимости изучаемых физических величин и легко установить наличие экстремумов функции. В настоящее время в научной среде широко используется пакет Origin для численного анализа данных и научной графики [1]. С помощью Origin можно проводить численный анализ данных, включая различные статистические операции, обработку сигналов, а также выполнять численное интегрирование и дифференцирование, экстраполяцию и интерполяцию. Целью настоящей работы является анализ использования научно-инженерного пакета Origin для выполнения лабораторных работ, направленных на построение дифрактограмм и их комплексного анализа.

Метод рентгеновской дифракции активно применяется для изучения кристаллической структуры твердых веществ [2]. Когда рентгеновские лучи проходят через периодическую кристаллическую решетку при выполнении условия Брэгга, возникают интерференционные максимумы, известные как дифракционные пики. Исследуя положение, интенсивность и ширину этих пиков, можно получить информацию о параметрах и качестве структуры анализируемого образца.

Получение дифрактограмм проводилось с помощью рентгеновского дифрактометра Rigaku Ultima IV с медным анодом. Запись дифрактограмм образцов проводилось со скоростью 0,5–2 град/мин. Отражения

регистрировались от плоскостей, параллельных исследуемым. Индексы дифракционных отражений hkl образцов определялись по базам данных International Centre of Diffraction Data.

На рентгеновской дифрактограмме тонкой фольги быстрозатвердевшего эвтектического сплава Sn-8,8 мас. % Zn (рисунок 1), полученного методом высокоскоростного затвердевания из расплава путём инжестирования расплава на медную подложку в виде цилиндра, вращающегося с постоянной скоростью, наблюдались дифракционные пики, соответствующие только цинку и олову. Посторонних фаз, свидетельствующих о наличии макроскопических кристаллических включений в фольге, обнаружено не было.

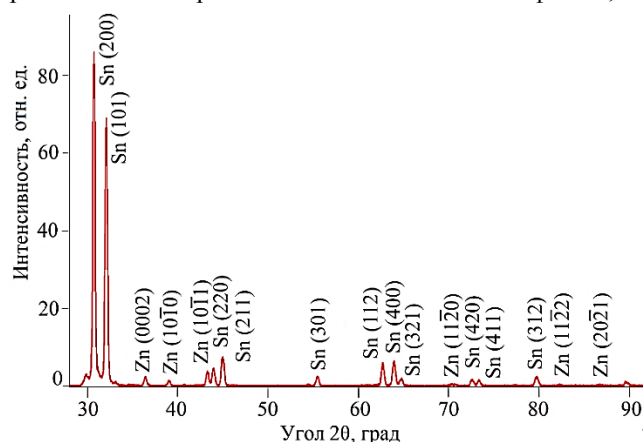


Рисунок 1 – Рентгеновская дифрактограмма ($\text{CuK}\alpha$, $\omega/2\theta$) для тонкой фольги Sn-8,8 мас. % Zn, полученная в симметричной брэгговской геометрии с отметкой дифракционных пиков

С целью анализа дифракционных пиков эвтектического сплава Sn-8,8 мас. % Zn с некоторым интервалом проводилось их измерение. Рентгенограммы были сведены в таблицу Origin, и строились графики. На рисунке 2 представлен комплексный график изменения интенсивности дифракционных линий, принадлежащих олову (представлены три рефлекса, соответствующих линиям Sn: 112, 400, 321).

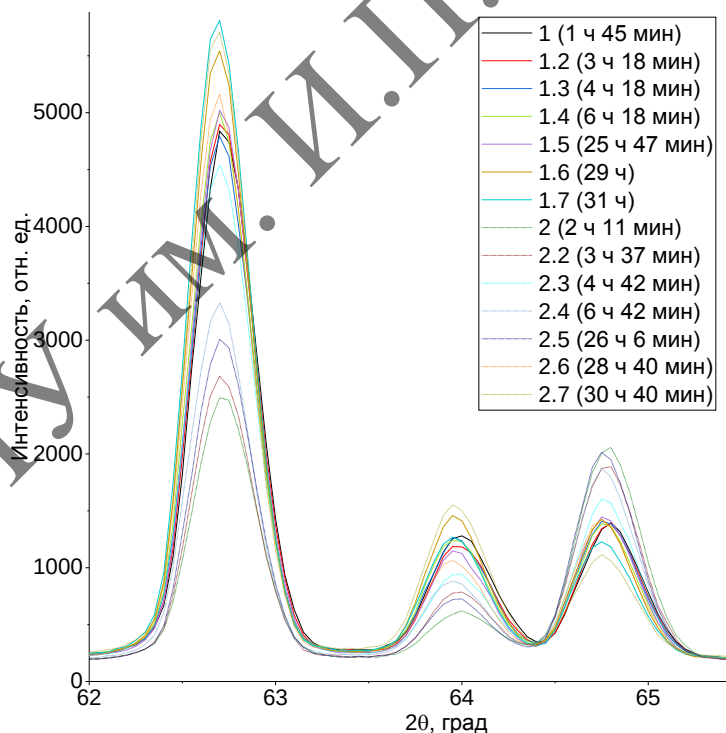


Рисунок 2 – Дифрактограммы быстрозатвердевшего эвтектического сплава Sn-8,8 мас. % Zn при естественном старении в течение 31 ч

Проводились измерения интегральных интенсивностей пиков дифрактограммы (рисунок 3), определяемых как площадь, ограниченная кривой распределения интенсивности и линией фона (на рисунке заштрихованная область).

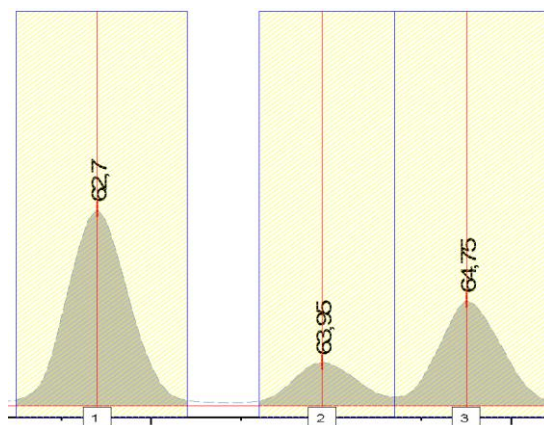


Рисунок 3 – Дифрактограммы быстрозатвердевшего эвтектического сплава Sn-8,8 мас. % Zn при естественном старении в течение 10 ч

Важно отметить, что ширина дифракционных пиков также является важнейшей характеристикой на рентгеновской дифрактограмме, так как напрямую связана с размерами областей когерентного рассеяния в структуре исследуемого материала. Для определения значения ширины пика использовалась процедура фиттинга в программном комплексе Origin [3]. Данная функция позволяет с высокой точностью определить положение максимума пика и его ширину, что впоследствии будет использовано для расчета параметров кристаллической решетки методом Шеррера.

После получения необходимого набора экспериментальных точек их следует аппроксимировать с помощью линейной функции, принимая во внимание погрешности. Для этого визуализируем экспериментальные точки на графике вместе и в верхнем меню выбираем команды Analysis – Fitting – LinearFit – OpenDialog. На графике появится аппроксимирующая прямая, а также таблица с ее параметрами, из которой можно извлечь искомые коэффициенты линейной функции. В большинстве случаев излучение источника не является моноэнергетическим, и измеренный спектр содержит несколько пиков поглощения. При недостаточном энергетическом разрешении спектрометра пики могут накладываться друг на друга и сливаться. В таких случаях для восстановления характеристик отдельных пиков можно воспользоваться многопиковой аппроксимацией, раскладывая спектральный контур на отдельные компоненты (Analysis – PeaksandBaseline – MultiplePeakFit). При открытии диалога необходимо установить функцию Гаусса в качестве аппроксимирующей и выделить на графике приблизительное местоположение пиков.

Таким образом, используя пакет Origin, можно провести анализ дифрактограмм с определением интегральных интенсивностей пиков и их визуализацией. Полное освоение комплекса Origin обеспечит эффективную и быструю обработку, и анализ данных в любой области научно-технической деятельности.

Список использованных источников

1. Поликарпов, В.М. Современные методы компьютерной обработки экспериментальных данных : учеб. пособие / В.М. Поликарпов, И.В. Ушаков, Ю.М. Головин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 84 с.
2. Specht, E.D. Measurement of crystalline strain and orientation in diamond films grown by chemical vapor deposition / E.D. Specht, R.E. Clausing, L. Heathly // Journal of Materials Research. – 1990. – Vol. 5, № 11. – P. 2351.
3. Исакова, О.П. Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью пакета Origin : учеб.-метод. пособие / О.П. Исакова, Ю.Ю. Тарасевич. – Астрахань : Изд-во ОГОУ ДПО «АИПКП», 2007. – 68 с.

УДК 004.832.22

А.О. Змушко, А.П. Сафронов

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

В современном мире, с быстрым темпом развития технологий, повсеместное применение искусственного интеллекта (ИИ) является обычным делом. Помимо промышленности или IT-сферы ИИ может быть применён и в образовательной сфере, что в свою очередь может дать отличный инструмент как для поиска новых знаний, так и для самоконтроля.

Ключевые слова: программирование; искусственный интеллект, chatbot, ассистент, обучение онлайн.

Введение. С развитием технологий их влияние на обучение стало особенно важным [1]. Всё больше появляется онлайн сервисов с заданиями, сервисы для самоконтроля, сервисы с огромным количеством информации, которую, порой, тяжело найти из-за его огромного объема и местами недостоверности.

Но как же среди всего этого разнообразия выбрать то, что позволило бы быстро находить нужную, а главное – достоверную информацию, при этом не тратя на это большого количества времени, а ещё, желательно, чтобы это «что-то» умело отвечать на вопросы, которые могут возникать в ходе работы?

Всё просто! С эпохой больших вычислительных мощностей начало своё развитие и направление ИИ.

На данный момент существует большое количество чат-ботов, которые имеют огромные возможности и инструменты для работы как с большим массивом данных, так и для выполнения прикладных задач (например, ChatGPT, DeepSeek и другие). В подавляющем большинстве случаев, данные чат-боты являются платными, что в свою очередь затрудняет их использование.

В связи с этим было принято решение попробовать разработать своего чат-бота для студентов, учащихся и преподавателей – «Chatbot», на основе уже существующих образцов ИИ. Данное решение было обусловлено не только отсутствием возможности бесплатного доступа к таким чат-ботам, например, ChatGPT, но, в частности, из-за развития технологий, которые оказывают все большее влияние на обучение.

Так что же может данный чат-бот? В первую очередь, он предназначен для поиска и вывода информации на конкретно интересующий вопрос (сами вопросы можно задавать в любой форме), во вторую – программа по ходу выполнения может сама выдавать рекомендации в зависимости от запросов пользователя.

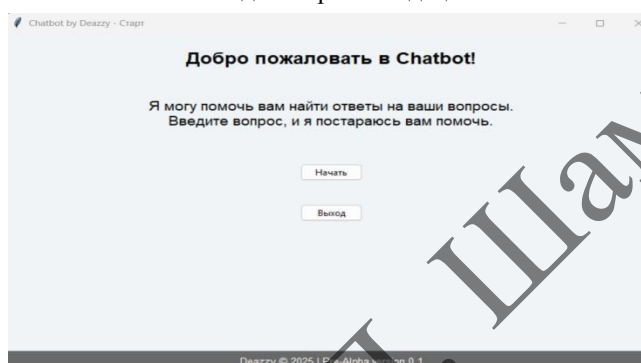


Рисунок 1 – Главное окно чат-бота

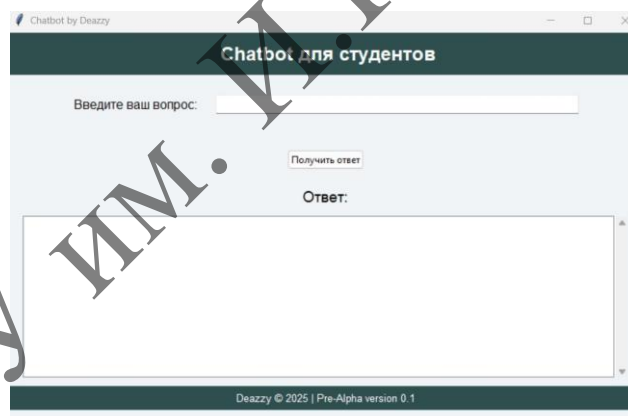


Рисунок 2 – Окно ввода запроса

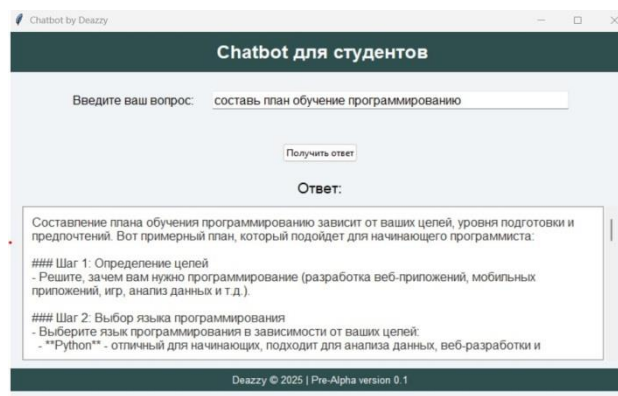


Рисунок 3 – Окно вывода запроса

Так как же ИИ может быть полезен при обучении? Можно рассмотреть следующие моменты [1; 2]:

1. Автоматизация задач.

В учреждениях образования ИИ может брать на себя, например, поиск информации, ответы на различного рода вопросы, более глубокое объяснение материала, что, в свою очередь, даёт преподавателям возможность сосредоточиться на более важных задачах и целях.

1. Онлайн-обучение.

Как пример, во время удалённого обучения ИИ может стать помощником, заполняющим пробелы в общении с преподавателем.

2. Интеграция с системами образования.

Такой ИИ в перспективе может быть внедрен в образовательные платформы, что, в свою очередь, позволит выдавать учебный материал (как лекционный, так и практический, включая материалы самоконтроля), проверять знания обучающихся и следить за результатами без участия преподавателя.

3. Анализ данных.

ИИ может собирать и анализировать данные, что позволит как повысить эффективность образовательных программ, так и создавать более эффективные образовательные программы. Кроме того он собирает и анализирует информацию при выполнении поисковых запросов, что может способствовать лучшему пониманию системой его вывода более актуальной информации.

Так почему же использование ИИ в сфере образования является полезным? Приведём следующие аргументы [1; 2]:

1. Учебный процесс становится быстрее благодаря лёгкому доступу к информации.

2. Уменьшается нагрузка на преподавателя, что, в свою очередь, даёт, например, возможности более углубленного изучения материала.

3. Учёба становится более интересной: ИИ может создавать интерактивные и увлекательные учебные материалы, предлагать игровые элементы и многое другое, что способствует повышению вовлеченности обучающихся.

4. Доступность образования: любой материал становится доступным для изучения в считанные мгновения.

5. Индивидуальный подход к каждому: ИИ собирает и анализирует данные о каждом учащемся (успеваемость, предпочтения и другое), что, в свою очередь, даёт системе понимание того, какой материал, задания и в каком виде преподносить каждому обучающемуся.

Но всегда и везде есть свои минусы. Рассмотрим некоторые из них [1; 2]:

1. Сокращение взаимодействия между людьми.

Обучение с помощью ИИ может привести к сокращению личного взаимодействия между преподавателями и студентами. Это означает, что студенты могут не развить навыки личного общения, что является важной частью образовательного процесса.

2. Снижение навыков критического мышления.

Чрезмерная зависимость от ИИ в образовании может ограничить развитие критического мышления и способности решать проблемы. Когда учащиеся обращаются к ИИ в поисках мгновенных ответов, они могут упустить возможность глубоко изучить сложный материал или мыслить самостоятельно. Такая зависимость может привести к формированию пассивных учеников, которые полагаются на технологии в поисках решений.

3. Высокие затраты на внедрение.

Внедрение ИИ в образование может быть дорогостоящим, поскольку требует значительных инвестиций в технологии, инфраструктуру и обучение. Для учебных заведений с ограниченным бюджетом это может стать причиной финансовых трудностей.

Разработанный чат-бот – наглядный пример того, как можно применять ИИ в образовательном процессе, а также находить некий баланс из плюсов и минусов.

Использование ИИ в сфере образования – это новые и бескрайние возможности. Главное в этом – это развивать данное направление с учётом потребностей всех участников образовательного процесса, чтобы получить сбалансированный инструмент для работы.

Список использованных источников

1. Рассел, С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – 4-е изд. – М. : «Издательский дом «Вильямс», 2021. – Том 1 : Решение проблем: знания и рассуждения. – 704 с.

2. Рассел, С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – 4-е изд. – М. : «Издательский дом «Вильямс», 2021. – Том 2 : Знания и рассуждения в условиях неопределённости. – 480 с.

ИЗ ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА

Рассматриваются проблемы, возникающие при преподавании дисциплин «Методы оптимизации», «Исследование операций», «Ситуационный анализ и моделирование управленческих решений», «Методы оптимизации и алгоритмы принятия решений». Эти дисциплины изучаются на различных специальностях университетов, и часто их преподавание обеспечивается разными кафедрами. В связи с этим возникает задача выработки единого подхода к методике изложения материала, согласования учебных программ, разработки методического обеспечения.

Ключевые слова: исследование операций, методы оптимизации, согласование учебных дисциплин.

Введение. В данной статье рассматриваются проблемы, которые возникают при преподавании дисциплин, занимающихся математическим обоснованием оптимальных решений прикладных задач, а именно дисциплин «Методы оптимизации», «Исследование операций», «Ситуационный анализ и моделирование управленческих решений», «Методы оптимизации и алгоритмы принятия решений» и некоторых других.

Эти дисциплины занимаются изучением экстремальных задач, построением их математических моделей, а также разработкой алгоритмов нахождения оптимальных решений. Задачи такого вида встречаются в различных сферах человеческой деятельности, в частности, в производстве и экономике. Они знакомят будущих специалистов с современными методами управления и планирования, что особенно важно при формировании их профессиональных компетенций. При изучении данных курсов студентам необходимо научиться классификации оптимизационных задач, усвоить методы моделирования и решения таких задач, уметь анализировать полученные решения и корректировать их при изменении начальных условий.

На факультете математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова эти дисциплины изучаются студентами разных специальностей. Преподавание этих дисциплин обеспечивается двумя кафедрами: кафедрой математики и кафедрой прикладного и системного программирования. В зависимости от специализации и изучаемого курса отличается методика проведения занятий, содержание теоретического материала, задания для лабораторных работ, требования к их выполнению и защите. Поскольку многие из рассмотренных задач встречаются в курсах, изучаемых в дальнейшем, и студенты должны иметь навыки решения таких задач, то возникает задача согласования изучаемого материала и методики проведения занятий на различных специальностях. При решении этой проблемы учебные программы для каждой специальности разрабатываются совместно преподавателями кафедры математики и кафедры прикладного и системного программирования.

Так как одной из проблем преподавания этих курсов является то, что различные учебники отличаются способом изложения материала, своей терминологией, способами решения задач, то по каждой дисциплине созданы электронные учебно-методические комплексы, где оговорено, какие методы решения задач должны быть рассмотрены в курсе. ЭУМК содержат теоретический материал по данной дисциплине, алгоритмы решения изучаемых задач, задания для лабораторных работ. Учебно-методические комплексы также проходят согласование на обеих кафедрах.

Преподавателями факультета математики и ИТ издаются методические пособия, например [1–4], которые призваны помочь студентам при выполнении и защите лабораторных работ, при подготовке к занятиям и экзаменам. Материал, приведенный в этих пособиях, изложен таким образом, чтобы ими могли пользоваться студенты различных специальностей, изучающие предметы рассматриваемого цикла.

Например, в методическом пособии [4] рассматриваются разделы «Сетевые модели», «Матричные игры», «Игры с природой», которые изучаются в курсах «Исследование операций» и «Ситуационный анализ и моделирование управленческих решений». Некоторые вопросы из данного пособия рассматриваются в курсе «Теория принятия решений», который преподается на второй ступени высшего образования специальности «Математика и компьютерные науки». Каждый параграф пособия состоит из трех частей. В первой части приводятся вопросы по теоретическому материалу, которые нужно изучить перед выполнением лабораторной работы. Поскольку одним из условий защиты лабораторной работы является ответ на эти вопросы, то студенты обычно перед выполнением работы изучают необходимую теорию. В результате, выполняя лабораторную работу, студент не просто чисто формально пользуется алгоритмом ее выполнения, но и понимает необходимый порядок действий, суть работы. Во второй части параграфа рассматриваются типичные задания по соответствующей теме и приводятся алгоритмы их выполнения. В третьей части параграфа находятся задания для лабораторной работы.

Еще одной из проблем преподавания дисциплин общепрофессионального цикла является уменьшение в учебном плане с каждым годом отводимых на них аудиторных часов. Рассмотрим это на примере дисциплины «Методы оптимизации». В настоящее время эта дисциплина изучается студентами специальности «Прикладная математика». Она преподается на третьем курсе в пятом и шестом семестрах. На изучение предмета отводится 216 часов, из них 96 часов аудиторных занятий: 50 часов лекций, 46 часов лабораторных.

Данный курс включает в себя следующие разделы: «Линейное программирование» (в том числе транспортные задачи в матричной и сетевой постановке), «Выпуклое программирование», «Вычислительные методы нелинейного программирования» (в том числе «Дискретное программирование», и «Динамическое программирование»), «Вариационное исчисление» и «Оптимальное управление». Изучение дисциплины обычно вызывает затруднение у студентов, ввиду ее сложности, большого объема и разнообразия методов решения различных прикладных задач. Количество часов, отводимых на ее изучение, не позволяет изложить все темы достаточно подробно и доступно для понимания.

Поэтому, учитывая важность данного курса, его прикладную направленность, в ВГУ имени П.М. Машерова нашли возможность вынести раздел «Вариационное исчисление» в качестве отдельного предмета. Его вводная часть изучается на четвертом курсе первой ступени высшего образования в рамках дисциплины «Основы вариационного исчисления». Более углубленно материал изучается на второй ступени высшего образования на специальности «Математика и компьютерные науки» в курсе «Вариационное исчисление», здесь же изучаются некоторые фундаментальные разделы оптимального управления.

Благодаря такому распределению учебного времени удастся рассмотреть основные разделы предмета «Методы оптимизации» более основательно. В частности, уделяется достаточно времени на изучение раздела «Линейное программирование», методы которого используются при решении различных производственных задач. Они также применяются при изучении курса «Исследование операций». Практика показывает, что большинство студентов хорошо владеют симплекс-методом и легко применяют его в различных ситуациях. Аналогично обстоит дело и с различными задачами типа сетевого планирования или нахождения критического пути, которые встречаются в других предметах.

Таким образом, совместными усилиями руководства факультета, преподавателей различных кафедр удастся выработать общий подход к изложению материала и применять одинаковые критерии по проверке знаний студентов. Студенты, в свою очередь, знают уровень требований по каждой дисциплине, что позволяет изучить данный предмет в наиболее полном объеме и тем самым подготовиться к решению реальных задач.

Список использованных источников

1. Сурин, Т.Л. Основы вариационного исчисления: упражнения и задания / Т.Л. Сурин, Ж.В. Иванова. – Витебск : Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 40 с.
2. Сурин, Т.Л. Методы оптимизации. Нелинейное программирование / Т.Л. Сурин, Ж.В. Иванова. – Витебск : Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – 49 с.
3. Сурин, Т.Л. Ситуационный анализ и моделирование управленческих решений / Т.Л. Сурин, Ж.В. Иванова. – Витебск : Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2022. – 49 с.
4. Иванова, Ж.В. Исследование операций. Сетевые модели теории игр / Ж.В. Иванова, Т.Л. Сурин, Ю.А. Баранкова. – Витебск : Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2025. – 46 с.

УДК 372.851

Е.В. Иващенко

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»

В статье рассматриваются возможности построения областей интегрирования с помощью онлайн-калькуляторов.

Ключевые слова: площадь плоской фигуры, область интегрирования, онлайн-калькулятор.

Введение. Сегодня является фактом, что многие студенты на регулярной основе при решении задач по математическим дисциплинам, в том числе и по дисциплине «Математический анализ» пользуются онлайн-сервисами, выдавая эти решения за свои. И помешать такой тенденции невозможно, да и не нужно. Во-первых если студент списывает решение, например, неопределенного интеграла, дифференциального уравнения или другого сложного с точки зрения оформления решения задания, сгенерированное в онлайн-сервисе, не пытаясь оформить его грамотно, то оно будет кардинально отличаться от записи решений, которые использует преподаватель. Например, если при интегрировании рациональной дроби необходимо воспользоваться методом неопределенных коэффициентов, то калькулятор сразу выдаст их значения, без представления дроби как суммы простейших дробей и поиска коэффициентов в ходе решения системы линейных уравнений. Во-вторых, любой вопрос преподавателя с просьбой пояснить решение останется без ответа.

Для недопущения подобной фальсификации можно максимально усложнить условие задания, в таком случае студент не сможет воспользоваться онлайн-сервисами. Приведем примеры таких заданий.

Пример 1. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{(\sqrt{2})^{x^2-2x+7} - 8}{\lg(2x-2)\ln(6-5x)}$.

Пример 2. Вычислить производную функции $y = (ch^9 \sqrt{x^7})^{th(5x+4)} + arcctg^6(\ln(cthx))$.

В первом примере использование онлайн-калькулятора усложняется необходимостью многократного использования таблицы эквивалентных, а во втором задании – конструкцией исходной функции. Конечно, разработка таких заданий требует временных затрат преподавателя, но есть и совсем простое решение. В своей практике я сразу оговариваю, что проверять контрольную или самостоятельную работу с решениями, полученными через онлайн-калькуляторы я не буду.

Но в некоторых случаях на практических занятиях по математическому анализу онлайн-калькуляторы могут оказаться весьма полезными с методической точки зрения. В данной статье рассмотрим возможности использования графических онлайн-калькуляторов при вычислении площадей фигур через определенный интеграл.

В таких заданиях построение области интегрирования с предварительным нахождением точек пересечения линий, задающих границы области, является обязательным. При этом студенты могут повторить свойства функций, отдельные этапы исследования функции, например, нахождение точек пересечения с осями, уравнений асимптот или точек экстремумов, а также способы решения систем уравнений. Но в некоторых случаях, для экономии времени на занятии можно воспользоваться возможностями графических онлайн-калькуляторов. Их функционал схож и позволяет, в частности, построить один или несколько графиков функций, заданных явно, а также в полярной системе координат или в параметрической форме. Рассмотрим примеры использования графических онлайн-калькуляторов на примере сервиса Desmos при вычислении площадей плоских фигур.

Наибольшую сложность для студентов представляет построение графиков линий, заданных в полярной системе координат. Безусловно, обучающиеся должны знать графики замечательных кривых, которые часто встречаются в различных заданиях, таких как кардиоиды: $\rho = a(1 \pm \cos \varphi)$, $\rho = a(1 \pm \sin \varphi)$, а также понимать, что уравнения $\rho = a \sin \varphi$ и $\rho = a \cos \varphi$ задают окружности, но если уравнение линии достаточно сложное, то рациональнее для построения графика воспользоваться онлайн-сервисами. Рассмотрим примеры из Сборника задач по курсу математического анализа Г.Н. Бермана. [1]

№ 2500. Найти площадь общей части фигур, ограниченных линиями $\rho = 3 + \cos 4\varphi$ и $\rho = 2 - \cos 4\varphi$.
Выполнив построение в сервисе Desmos, получим искомую область интегрирования (рисунок 1).

Далее, рассматривая значения $\varphi \in [0; \frac{\pi}{2}]$, находим значения полярного угла φ , при которых данные линии пересекаются: $\varphi = \frac{\pi}{6}$ и $\varphi = \frac{\pi}{4}$. Далее не составляет труда записать интеграл, определяющий площадь фигуры, учитывая симметрию построенной области.

$$S = 4 \left(\int_0^{\frac{\pi}{6}} (2 - \cos 4\varphi)^2 d\varphi + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} (3 + \cos 4\varphi)^2 d\varphi \right)$$

Т.к. вычисление полученных интегралов стандартно, здесь оно не приводится, также как и вычисление следующих полученных интегралов.

В рассматриваемом учебнике достаточное количество примеров на геометрические приложения определенного интеграла, в которых онлайн графические калькуляторы могут быть полезны. Например, при построении области интегрирования в следующем примере № 2501 также можно потратить достаточно времени, если выполнять его на доске. Приведем условие этой задачи.

Найти площадь части фигуры, ограниченной линией $\rho = 2 + \cos 2\varphi$, лежащей вне линии $\rho = 2 + \sin \varphi$.

Выполнив построение в сервисе Desmos, получим искомую область интегрирования (рисунок 2).

По рисунку можно сразу определить значения полярного угла, определяющие пересечение линий, но рекомендуем найти данные значения, решив уравнение $2 + \sin \varphi = 2 + \cos 2\varphi$, которое приводит к однородному тригонометрическому уравнению $2\sin^2 \varphi + \sin \varphi - 1 = 0$ решения которого: $\varphi = -\frac{\pi}{2}$, $\varphi = \frac{\pi}{6}$, $\varphi = \frac{5\pi}{6}$.

Учитывая симметрию полученной фигуры, запишем интеграл, определяющий ее площадь.

$$S = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{6}} ((2 + \cos 2\varphi)^2 - (2 + \sin \varphi)^2) d\varphi$$

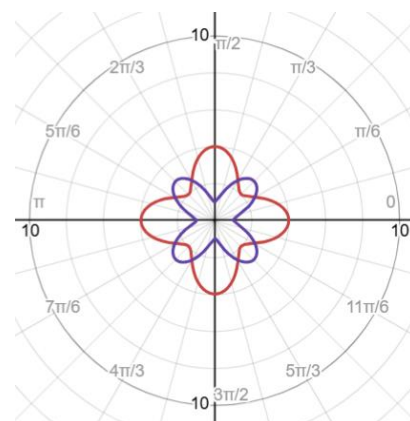


Рисунок 1 – Иллюстрация к задаче № 2500

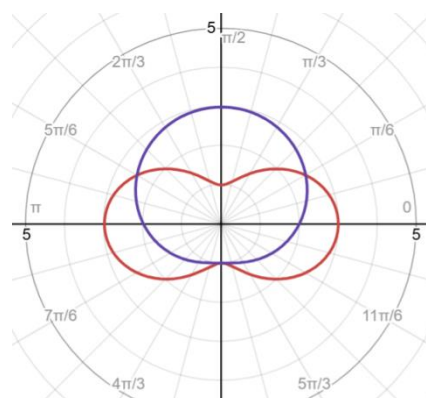


Рисунок 2 – Иллюстрация к задаче № 2501

Достаточно часто при вычислении площадей плоских фигур в условиях задач встречаются кривые, называемые «розами»: $\rho = a \sin n\varphi$ и $\rho = a \cos n\varphi, n \in \mathbb{N}$. Вид графика этих линий (количество «лепестков») зависит от параметра n и значения a , а симметрия графика от функции. В ходе занятия можно организовать мини-исследование графиков этих линий. Студенты, меняя параметр n сразу определяют, что если n нечетное, то оно определяет количество «лепестков», а если четное, то количество «лепестков» равно $2n$. Также исследуется вопрос о симметрии графика в зависимости от функции, входящей в уравнение. Примеры построения линий этого класса представлены на рисунке 3.

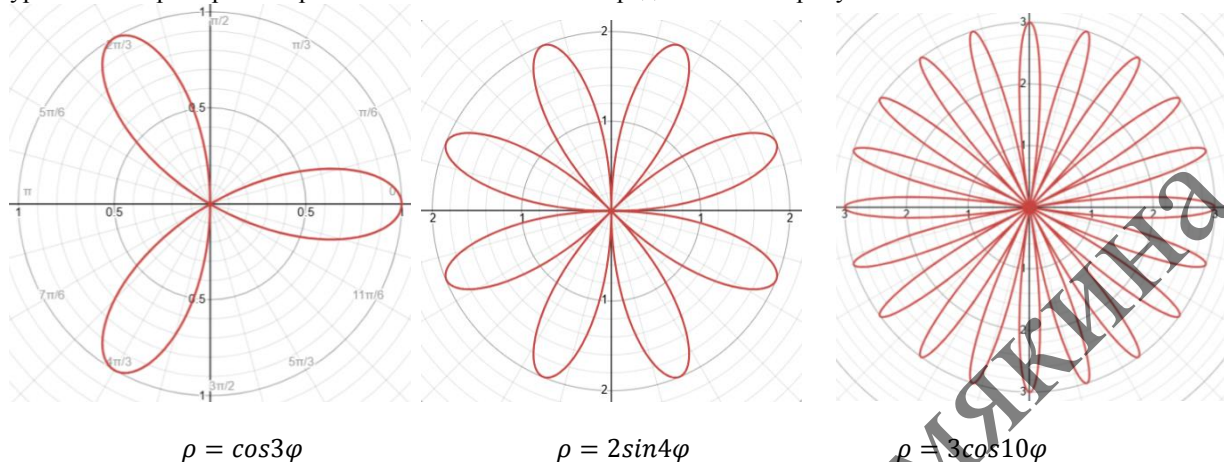


Рисунок 3 – Изучение функций вида $\rho = a \sin n\varphi$ и $\rho = a \cos n\varphi$

Построение графиков функций в декартовой системе координат не является таким сложным, как построение в полярной системе координат, тем не менее для экономии времени на занятии или для проверки правильности построения области интегрирования также можно воспользоваться возможностями Desmos или любого другого онлайн-калькулятора. Приведем пример из того же учебника.

№ 2481. Найти площадь конечной части фигуры, ограниченной линиями $y = 2x^2e^x$ и $y = -x^3e^x$.

После анализа свойств представленных функций: наличие левой горизонтальной асимптоты у обеих функций, нахождение точек пересечения их графиков можно выполнить контрольное построение области интегрирования в онлайн-сервисе (см. рисунок 4).

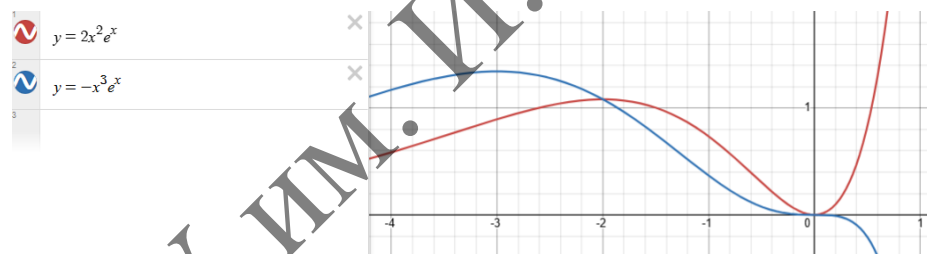


Рисунок 4 – иллюстрация к № 2481

Далее можно приступить к вычислению площади фигуры:

$$S = \int_{-2}^0 (2x^2e^x + x^3e^x)dx,$$

при этом интегрирование по частям рациональнее провести с помощью метода неопределенных коэффициентов.

Мы рассмотрели только один аспект применения графических онлайн-калькуляторов на практических занятиях по дисциплине «Математический анализ», а именно построение графиков функций в среде при вычислении площадей плоских фигур. Естественно можно привести еще множество примеров рационального применения подобных сервисов, функционал которых необходимо грамотно совмещать с построением графиков функций на доске, только в этом случае подобные Internet-ресурсы действительно будут полезны.

Список использованных источников

1. Берман, Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г.Н. Берман. – М. : Наука, 1967. – 443 с.

И.А. Ивашенко, С.Н. Пастушок, Н.Л. Черкас
Военная академия Республики Беларусь

УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРИВИТИЯ НАВЫКОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КУРСАНТАМИ ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ

Учебно-лабораторный инструментарий, включающий многофункциональный универсальный комплекс «Трансформер» и технологические карты к нему, при проведении практических учебных занятий по курсу физики позволяют преподавателям и курсантам в кратчайшие сроки освоить методику проведения демонстрационных опытов и экспериментальных исследований, обладают высокой степенью наглядности физических явлений, позволяют при минимальных затратах времени проанализировать полученные результаты.

Ключевые слова: физика, механика, обучение, учебно-лабораторный инструментарий, демонстрационные опыты, экспериментальные исследования.

Введение. Повышение мотивации к изучению физики курсантами требует использования современного учебно-лабораторного инструментария, что позволяет преподавателю в максимальной степени вовлечь обучающихся в творческую работу. По изучающей объективную реальность окружающего мира учебной дисциплине «Физика» большинство основных положений могут быть подтверждены наглядными опытами и демонстрациями. Эволюция физического учебно-лабораторного оборудования в полном соответствии с законами развития технических систем идет в направлении повышения функциональности и универсальности. Многофункциональный универсальный комплекс (МФУК) «Трансформер», разработанный ООО «Учпромтехно» на базе комбинированных цифровых средств измерения, предназначен для проведения демонстрационных опытов и экспериментальных исследований по физике. В комплектность прибора входит: цифровой секундомер; оптические ворота; основание с направляющими; тела с различными поверхностями трения; шайбы; шарики стальные; шарики стальные на подвесе; магнитные держатели; брусок пластилиновый; пружина; подвес для шайб; различные бруски и стержни. Основным элементом набора является основание, состоящее из двух шарнирно соединенных между собой частей. На одном конце основания смонтированы пусковое устройство для освобождения шарика и механизм для регулировки высоты подъема, а на другом закреплен неподвижный блок. Анализ возможностей МФУК «Трансформер» показал, что данный комплекс с достаточной степенью точности позволяет демонстрировать реальные физические явления и анализировать факторы, влияющие на характер их протекания, позволяет наглядно подтверждать изучаемый в рамках дисциплины теоретический материал (второй закон Ньютона, законы сохранения импульса и механической энергии, законы колебаний математического и пружинного маятников и др.), проводить экспериментальные исследования в процессе выполнения практических занятий при изучении кинематических, динамических и энергетических характеристик прямолинейного и колебательного движения (определение ускорения при равноускоренном прямолинейном движении тела, изучение закономерностей равноускоренного движения, определение коэффициента трения скольжения и др.).

При проведении практических занятий можно проводить эксперименты, на основе которых формулировать задачи по разделу «Механика».

Например, на практическом занятии «Законы сохранения в механике» можно проверить закон сохранения импульса при взаимодействии двух тел. Собрать установку согласно рисунку 1, поместить между двумя стальными шариками, массы которых одинаковые, сжатую пружину, предварительно связав ее нитью. Поместить систему в желоб строго посередине основания. Установить оптоэлектрические датчики каждого секундомера на определенном расстоянии. Пережечь нить и измерить промежутки времени, в течение которых каждый шарик, двигаясь, перекрывал световой пучок оптического датчика, т. е. прошел путь $\Delta S = D$, где D – диаметр шарика. Повторить измерения сначала при других положениях датчиков, а затем заменив один из шариков, шариком другой массы. Рассчитать модуль импульса каждого шарика по формуле $p = m \frac{D}{\Delta t}$. Используя результаты измерений и вычислений, проверить выполнимость равенства $m_1 v_1 = m_2 v_2$.



Рисунок 1 – Схема и вид установки для проверки закона сохранения импульса

Для проведения демонстрационного опыта столкновения шаров на нитях на металлической классной доске размещается магнитная плата держателя нитей, на концах которых закреплены шарики и два оптоэлектрических датчика (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема и вид установки для наблюдения столкновения шаров на нитях

Отклонить нить с одним из шариков на угол $\alpha \approx 30^\circ$ от вертикали, отпустить и измерить промежуток времени Δt_1 , в течение которого он перекрывал световой пучок оптического датчика первого секундомера непосредственно перед столкновением со вторым шариком, измерить промежуток времени Δt_2 , в течение которого первоначально покоившийся второй шарик двигался после столкновения мимо оптического датчика второго секундомера. Повторить измерения сначала при других углах отклонения нити от вертикали, а затем, заменив один из шариков, шариком другой массы. Рассчитать модули скоростей каждого из шариков (тел системы) до и после столкновения. Для расчета модулей скоростей стальных шариков воспользоваться формулами $v_1 = \frac{D_1}{\Delta t_1}$ и $v_2 = \frac{D_2}{\Delta t_2}$. При неупругом столкновении стального и пластилинового шариков модуль их общей скорости после столкновения рассчитать по формуле $v = \frac{D_1 + D_2}{\Delta t_1}$.

Применение учебно-лабораторного инструментария позволяет решить целый комплекс педагогических задач: полноценное усвоение знаний дозированными порциями, и, как следствие, высокие результаты обучения; развитие разных видов мышления (наглядно-действенного, наглядно-образного, интуитивного, творческого, теоретического, алгоритмического), рост уровня самостоятельности, навыков самоконтроля; развитие способностей к экспериментально-исследовательской деятельности; активизация познавательной деятельности обучающихся, рост интереса к учебе. Согласно теории ассоциативного запоминания, информация, продублированная через различные сенсорные пути, усваивается лучше и сохраняется. Визуализация наиболее важных классических задач из учебников физики по разделу «Механика» позволяет курсантам полно представить суть решаемой задачи, связать реально происходящий процесс с математическим представлением задачи. Кроме того, при наличии компьютера и локальной сети доступны технологические карты, видео опытов с данными, проверочными окнами в ЭУМК (рисунок 3), что предоставляет курсантам возможность составить условие задачи по приведенному видеоролику, затем проверить решение задачи.

Повышение наглядности обучения дисциплине «Физика» стимулирует познавательный интерес обучающихся. У курсантов возникают положительные эмоции по отношению к практическим занятиям. В результате анкетирования курсантов двух групп инженерных специальностей оказалось, что экспериментальные задачи положительно влияют на формирование внутренней мотивации (таблица 1). Курсанты стараются лучше выполнять задания, чтобы выглядеть эффективнее перед сверстниками и окружающими, повышается общественная значимость учебных достижений для курсанта, растет внутренняя мотивация.

Таблица 1 – Эффективность использования ЭУМК

Группа	Интерактивные методы	Традиционные методы
Тип мотивации		
Внешняя	35,3 %	60,8 %
Внутренняя	64,7 %	39,2 %

Также в экспериментальных задачах можно задействовать несколько курсантов, что формирует у них такие навыки, как способность совместного решения проблем; способность к совместному распознаванию, проработке и применению знаний, фактов, основных положений, взаимосвязей и структур; способность к взаимодействию и кооперации; коммуникационную способность; способность работать в группе; способность к разрешению конфликтов и напряженных ситуаций в группе.

Таким образом, использование учебно-лабораторного инструментария на практических занятиях по физике позволяет развить у курсантов: умения проводить наблюдения явлений, описывать и обобщать результаты наблюдений, использовать простые измерительные приборы для их изучения; представлять результаты наблюдений или измерений в алгебраической, табличной и графической форме, выявлять эмпирические зависимости; применять полученные знания для объяснения разнообразных явлений и процессов; активизировать познавательную деятельность.

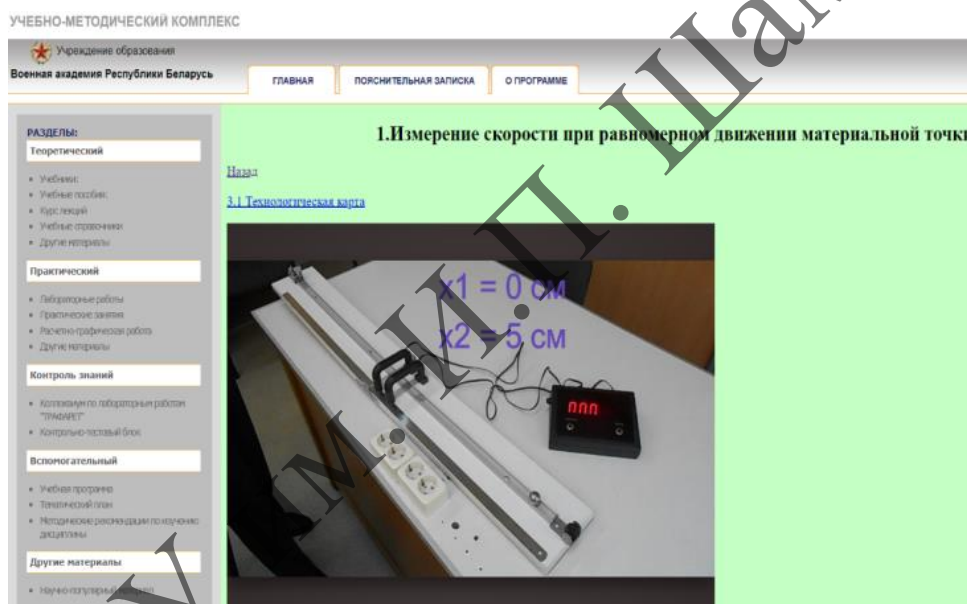
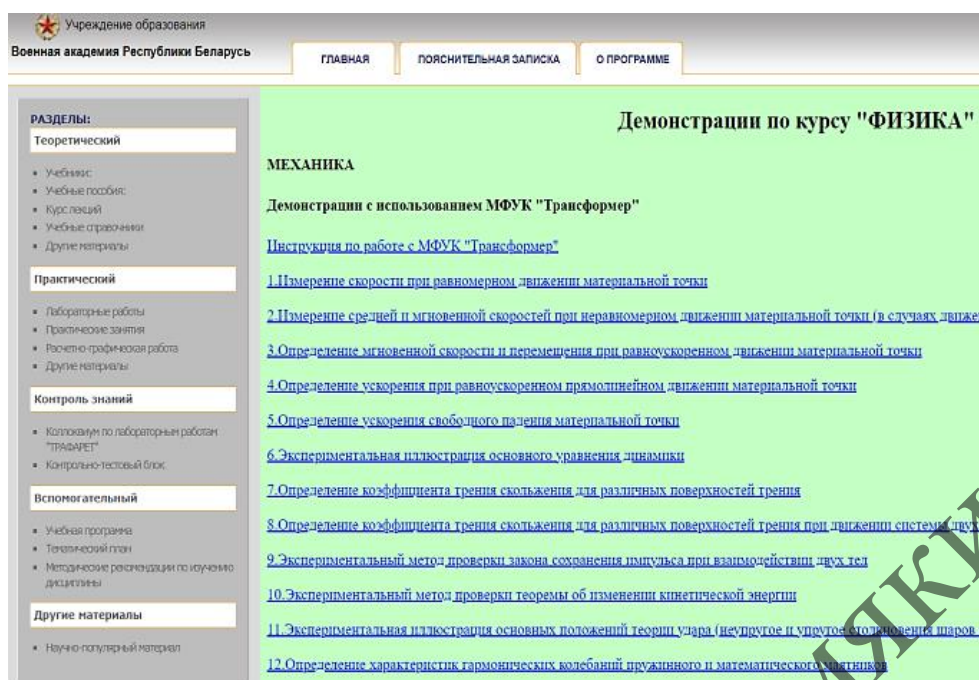


Рисунок 3 – Страницы ЭУМК «Физика»

УДК 378.147

С.В. Игнатович, М.И. Ефремова

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

В статье рассматриваются принципы систематизации структуры учебно-методических изданий и их влияние на эффективность преподавания математических дисциплин. Авторы анализируют различные виды учебных материалов, разработанных преподавателями кафедры физики и математики Мозырского государственного педагогического университета имени И.П. Шамякина, включая рабочие тетради, справочники и методические пособия. Описываются особенности структуры и содержания изданий, их соответствие образовательным стандартам, а также роль в формировании профессиональных компетенций студентов. Особое внимание уделяется рекомендациям по повышению дидактической ценности учебных

материалов за счёт структурирования, актуализации содержания, практико-ориентированного подхода, внедрения цифровых технологий и дифференцированного подхода.

Ключевые слова: учебно-методические издания, математическое образование, рабочие тетради, справочники, профессиональные компетенции, педагогическое образование

Введение. Современный образовательный процесс предъявляет высокие требования к организации учебной деятельности, предполагая не только передачу знаний, но и формирование у студентов навыков самостоятельного мышления, анализа и обобщения информации. В этой связи особую значимость приобретает систематизация изучаемого материала, позволяющая выстроить процесс обучения математическим дисциплинам в логически последовательной и структурированной форме.

Учебно-методические издания являются неотъемлемым элементом образовательного процесса, обеспечивая студентов необходимыми теоретическими сведениями, примерами решений задач, практическими рекомендациями и контрольными материалами. Однако эффективность их использования во многом зависит от качества систематизации представленного материала, его логической структуры, доступности и соответствия современным требованиям преподавания. Преподавателями кафедры физики и математики УО МГПУ имени И.П. Шамякина в этом направлении ведется активная работа.

С целью содействовать глубокому усвоению теоретических концепций и развитию практических навыков их применения кандидат физико-математических наук, доцент Н.В. Гуцко и старший преподаватель С.В. Игнатович разработали и внедрили в учебный процесс рабочие тетради для записи лекций для студентов специальности 1-02 05 01 «Математика и информатика». Данные издания, получившие гриф учебно-методического объединения по педагогическому образованию, включают «Математический анализ. Лекции: I семестр» и «Интегральное исчисление функции одной действительной переменной» [1; 2]. Рабочие тетради представляют собой опорные конспекты лекций, оформленные в виде таблицы из двух столбцов. Левый столбец содержит основные элементы лекционного материала: определения, свойства, теоремы, формулы, а также графики и рисунки. Правый столбец предназначен для заметок студентов, которые они могут делать в процессе изучения материала. Кроме того, тетради включают упражнения для самостоятельной работы, направленные на закрепление изученного материала. Это, в свою очередь, способствует формированию профессиональных компетенций, необходимых будущим специалистам.

Преподаватели кафедры уделяют большое внимание изданию справочной литературы, подготовленной в соответствии с учебными программами дисциплин.

Кандидатом физико-математических наук, доцентом М.И. Ефремовой и С.В. Игнатович был подготовлен и издан справочник «Аналитическая геометрия и векторная алгебра» [3], предназначенный для студентов специальности 6-05-0113-05 «Технологическое образование (технический труд и информатика)». В издании систематизированы ключевые понятия и методы по разделам аналитической геометрии, линейной алгебры и векторной алгебры. Справочник ориентирован на самостоятельную подготовку к практическим занятиям, а также на систематизацию теоретических знаний при подготовке к зачетам и экзаменам. Кроме того, рассмотренные в нем вопросы позволяют студентам применять методы векторной алгебры и аналитической геометрии при решении задач из различных областей математики.

Н.В. Гуцко и С.В. Игнатович подготовили в соответствии с образовательным стандартом высшего образования и издали ряд учебно-методических пособий по дисциплине «Математический анализ» для студентов специальности «Математика и информатика» физико-инженерного факультета.

В 2020 году был опубликован справочник «Математический анализ. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной действительной переменной» [4]. Он предназначен для изучения студентами в первом и втором семестрах. Данный справочник ориентирован на изучение основ математического анализа, включая введение в анализ, дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной. Его содержание охватывает базовые понятия, теоремы и методы, которые являются фундаментальными для дальнейшего изучения математических дисциплин. Особое внимание уделяется не только теоретическим аспектам, но и примерам решения задач, что делает пособие полезным не только в рамках лекционного курса, но и при самостоятельной подготовке студентов.

В 2021 году был выпущен справочник «Дифференциальное исчисление функции многих переменных. Ряды» [5]. Данный справочник представляет собой продолжение курса и включает в себя более сложные разделы, такие как дифференциальное исчисление функций нескольких переменных и теория рядов. Эти темы особенно важны для изучения прикладных разделов математики и математического моделирования. Эти разделы составляют содержание курса «Математический анализ» в третьем и четвертом семестрах. В пособии изложены основные понятия многомерного анализа, представлены доказательства ключевых теорем и рассмотрены методы решения задач, что способствует развитию аналитического мышления у студентов.

Оба издания разработаны с учетом современных требований к учебно-методическим материалам, содержат схемы, таблицы и иллюстративные примеры, упрощающие восприятие сложных математических понятий. Их систематизированная структура позволяет использовать справочники как в процессе аудиторных занятий, так и при самостоятельной работе. Кроме того, представленный в них материал может быть полезен не только студентам, но и преподавателям при подготовке учебных занятий и контрольных мероприятий.

Представленные справочные издания по математическому анализу являются важными методическими ресурсами, предназначенными для студентов специальности «Математика и информатика». Они

обеспечивают логичную и последовательную подачу материала, соответствующую учебной программе, и способствуют глубокой проработке ключевых тем курса. Оба издания ориентированы на систематизацию учебного материала, способствуют углубленному освоению дисциплины и служат важным методическим инструментом в процессе обучения.

Для облегчения подготовки к государственному экзамену, который требует от выпускников не только знания основных теорем и понятий, но и умения систематизировать информацию, выявлять взаимосвязи между математическими объектами, а также грамотно применять полученные знания на практике, М.И. Ефремовой были изданы «Справочные материалы к государственному экзамену по дисциплине Алгебра» для студентов специальности 1-02 05 01 «Математика и информатика» [6]. Это издание может использоваться как для самостоятельной работы при подготовке к экзаменам, так и в рамках лекционных и практических занятий по алгебре. Для более глубокой проработки тем в справочных материалах представлен список рекомендуемой литературы, что позволяет студентам расширить и углубить свои знания.

Ключевым этапом научно-методической подготовки будущих учителей математики и информатики, способствующей систематизации и проверке теоретических знаний, а также развитию практических навыков является дипломная работа. Ее выполнение требует самостоятельного аналитического и исследовательского подхода, включая глубокое изучение темы, анализ литературных источников, проведение экспериментов и наблюдений. В ходе работы студенты расширяют знания в области математики и информатики, осваивают методы решения задач, приобретают навыки научно-исследовательской и учебно-методической деятельности. Защита диплома формирует умения публичного выступления, аргументированного изложения материала и формулирования выводов. В связи с этим были изданы «Справочные материалы по подготовке и оформлению дипломных работ по физико-математическим дисциплинам», составителями которых являются доктор технических наук, профессор В.С. Савенко и М.И. Ефремова [7]. Указанное издание выступает существенной методической поддержкой студентов на всех этапах подготовки дипломной работы. Оно содержит рекомендации по структурированию исследования, оформлению результатов и подготовке к защите, что делает его ценным ресурсом для выпускников физико-математических специальностей в процессе работы над дипломами.

Представленные справочники, рабочие тетради и методические пособия способствуют упорядоченному изучению ключевых тем, помогают студентам эффективно осваивать сложные математические понятия, развивать аналитическое мышление и формировать профессиональные компетенции. Разработанные издания ориентированы на современные образовательные стандарты и учитывают требования учебных программ. Их структура и содержание направлены на поддержку студентов как в рамках аудиторных занятий, так и при самостоятельной подготовке к экзаменам, зачетам и выполнению научно-исследовательских работ.

Для повышения дидактической ценности учебных пособий и оптимизации их содержания необходимо, на наш взгляд, руководствоваться принципами систематизации изучаемого материала, которые можно выразить в следующих рекомендациях.

1. Структуризация материала: четкое деление содержания на логически завершенные модули и блоки; использование схем, таблиц и инфографики для наглядного представления информации; включение основных понятий в конце каждого раздела.
2. Актуализация содержания: регулярное обновление материалов с учетом современных научных достижений и педагогических технологий; интеграция межпредметных связей, демонстрирующих практическое применение изучаемого материала.
3. Развитие практико-ориентированного подхода: включение реальных задач, кейсов и примеров, приближенных к профессиональной деятельности; разработка интерактивных заданий, способствующих самостоятельному поиску решений; использование проектной и исследовательской деятельности для углубленного изучения материала.
4. Внедрение цифровых технологий: разработка электронных версий пособий с интерактивными элементами, гиперссылками и мультимедийными ресурсами; использование QR-кодов для быстрого доступа к дополнительным материалам, видеоурокам и практическим заданиям.
5. Дифференцированный подход: предусмотрение разноуровневых заданий, ориентированных на студентов с разным уровнем подготовки; разработка методических рекомендаций для самостоятельной работы обучающихся.
6. Формирование аналитических и критических навыков: включение вопросов для рефлексии и обсуждения; организация проблемного обучения и ситуационных задач для развития аналитического мышления.
7. Оценка и обратная связь: внедрение тестов, самопроверочных заданий и рубрик для оценки успеваемости; создание механизма обратной связи с преподавателями и студентами для корректировки учебных материалов.

Эти меры позволят повысить качество учебных пособий, сделать их более доступными и эффективными в образовательном процессе.

Анализируя результаты работы в процессе преподавания математических дисциплин с учебно-методическими изданиями, содержащими структурированный материал, соответствующий учебной программе дисциплины, можно сделать вывод, что систематизация изучаемого материала играет одну из ключевых ролей в образовательном процессе. Она не только повышает качество преподавания, но и способствует более глубокому освоению предмета. Кроме того, структурированный подход к изучению

активизирует процесс формирования научного мировоззрения, развивает аналитические способности студентов и помогает им овладеть компетенциями, необходимыми для успешной профессиональной деятельности.

Список использованных источников

1. Математический анализ. Лекции: I семестр : рабочая тетрадь / Н.В. Гуцко, С.В. Игнатович. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2020. – 148 с.
2. Интегральное исчисление функции одной действительной переменной : рабочая тетрадь для записи лекций / Н.В. Гуцко, С.В. Игнатович. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2022. – 147 с.
3. Аналитическая геометрия и векторная алгебра : справ. / сост. М.И. Ефремова, С.В. Игнатович. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2024. – 55 с.
4. Гуцко, Н.В. Справочные материалы по дисциплине «Математический анализ». Раздел «Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной действительной переменной» / сост.: Н.В. Гуцко, С.В. Игнатович. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2020. – 52 с.
5. Математический анализ. Раздел «Дифференциальное исчисление функции нескольких действительных переменных. Ряды» : справ. / сост.: Н.В. Гуцко, С.В. Игнатович. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2021. – 50 с.
6. Справочные материалы к Государственному экзамену по специальности 1-02 05 01 «Математика и информатика» по дисциплине «Алгебра» / сост. М.И. Ефремова. – 2-е изд. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2023. – 76 с.
7. Справочные материалы по подготовке и оформлению дипломных работ по физико-математическим дисциплинам / сост.: В.С. Савенко, М.И. Ефремова. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2020. – 40 с.

УДК 372.8

О.В. Канаш, В.С. Маршалова, В.А. Пискун
ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозыря»

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ И КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ

Статья освещает методы и приемы технологии развития критического мышления, которые можно использовать на уроках информатики. Кратко изложен опыт работы по применению элементов технологии развития критического мышления на уроках информатики, что повышает у обучающихся мотивацию к учению и интерес к дисциплине, способствует более эффективному овладению знаний.

Ключевые слова: критическое мышление, урок информатики, метод, фаза, вызов, осмысление, рефлексия.

Введение. В наше время, которое можно назвать эпохой цифровой революции, цифровая грамотность и критическое мышление становятся фундаментальными компетенциями, необходимыми для успешного функционирования в современном информационном обществе. Постоянный рост объема информации, доступной через Интернет, а также ускоренное развитие технологий создают не только огромные возможности, но и ряд вызовов и рисков.

Цифровая грамотность включает в себя умения понимать, использовать и критически оценивать цифровые технологии, программы, приложения и информацию. Сюда также относятся навыки безопасного использования Интернета, основы программирования, умение создавать и обмениваться мультимедийным контентом, а также критическое мышление в контексте информационной грамотности.

Критическое мышление, с другой стороны, предполагает способность анализировать и оценивать информацию критически, различать факты от мнений, выявлять ложную информацию и фейки, а также принимать информированные решения. Это важный навык для развития навыков решения проблем, а также для развития критической самооценки.

В данной статье рассмотрим, каким образом можно формировать и развивать цифровую грамотность и критическое мышление у учеников, особенно на уроках информатики, представлены разнообразные методы, подходы и лучшие практики, которые могут помочь учащимся стать активными участниками информационного общества.

Также обратим внимание на роль учителей и системы образования в формировании этих навыков, исследуя, как они могут вдохновлять и поддерживать учащихся в развитии цифровой грамотности и критического мышления. Наконец, мы оценим текущие вызовы и проблемы, с которыми сталкиваются ученики и педагоги, и предложим пути их решения.

Формирование цифровой грамотности – ключевой аспект современного образования в информационном обществе. Это процесс, который включает в себя развитие навыков и компетенций, необходимых для эффективного взаимодействия с цифровой технологией и информацией. Для успешного формирования

цифровой грамотности на уроках информатики необходимо учесть несколько важных аспектов. Прежде всего, ученики должны осознать важность цифровой грамотности в их повседневной жизни.

Это позволяет им видеть цель и значимость усвоения соответствующих навыков. Важно также обучать основам компьютерной грамотности, включая работу с программами и приложениями, создание и редактирование документов, использование электронной почты и навигацию в сети.

Также важно овладение навыками безопасного и эффективного использования интернета. Сюда входит умение осуществлять поиск информации, проверять достоверность источников, а также основы цифровой безопасности и защиты личных данных. Уроки информатики могут предоставлять возможность ознакомления с программированием и аналитическими навыками, что помогает ученикам понимать, как работают цифровые технологии и как решать различные задачи с их помощью.

Критическая оценка информации – неотъемлемая часть цифровой грамотности. Ученикам следует научиться различать факты от мнений, оценивать достоверность данных и критически подходить к информации, особенно в интернете.

Этичное поведение в сети и уважение авторских прав также являются важными аспектами формирования цифровой грамотности. Учеников нужно обучать правильному и безопасному поведению в онлайн, а также защите личных данных. Развитию цифровой грамотности также способствует создание практических навыков, включая использование социальных сетей, мультимедийных инструментов и других онлайн-ресурсов. Интеграция этих навыков в учебный процесс и создание среды для практики и развития навыков играют важную роль. Поощрение самостоятельного обучения и исследовательского подхода помогает ученикам адаптироваться к быстро меняющейся цифровой среде и развивать навыки, необходимые для успешной жизни в современном информационном обществе.

В рамках данной статьи критическое мышление представляет собой один из ключевых аспектов цифровой грамотности и играет важную роль в образовании учеников на уроках информатики. Критическое мышление – это способность анализировать информацию, применять логику, различать факты от мнений, а также оценивать информацию критически и объективно.

В контексте образования и цифровой грамотности, критическое мышление включает в себя следующие аспекты:

- ✓ оценка достоверности информации: ученики должны научиться проверять источники информации, различать факты от утверждений и оценивать, насколько информация является надежной. Это особенно важно в сети, где допускается множество неточностей и даже ложной информации;
- ✓ анализ и сравнение: критическое мышление предполагает способность анализировать различные точки зрения и сравнивать их. Это помогает ученикам развивать способность критически оценивать различные идеи и информацию;
- ✓ разрешение проблем: критическое мышление помогает ученикам разрабатывать навыки решения проблем. Они могут использовать логику и анализ, чтобы найти наилучшие решения в сложных ситуациях;
- ✓ критическая самооценка: критическое мышление также включает в себя способность оценивать и критически анализировать свои собственные убеждения и предубеждения. Это помогает ученикам быть более осознанными и адекватными в своих суждениях;
- ✓ этика и цифровая безопасность: критическое мышление также включает в себя умение размышлять о нравственных аспектах и цифровой безопасности при взаимодействии с технологиями и информацией.

Способность критически мыслить особенно важна в цифровой эпохе, где ученики сталкиваются с множеством информации и медийных воздействий. Обучение критическому мышлению на уроках информатики помогает им развивать навыки, которые не только помогут им стать активными участниками информационного общества, но и защитят их от манипуляций и дезинформации.

Формирование цифровой грамотности и критического мышления требует разнообразных методов и подходов. Это процесс, который должен быть интерактивным, адаптированным к потребностям учеников и способствующим развитию навыков:

- ✓ проектная деятельность: работа над проектами, связанными с использованием цифровых технологий, позволяет ученикам применять полученные знания на практике. Она может включать в себя создание веб-сайтов, приложений, цифровых мультимедийных проектов и т.д.;
- ✓ интерактивные уроки и обучающие игры: игры и интерактивные приложения могут сделать обучение более увлекательным и эффективным, позволяя ученикам экспериментировать и учиться через опыт;
- ✓ дискуссии и групповая работа: обсуждение важных тем, связанных с цифровой грамотностью и критическим мышлением, позволяет ученикам развивать навыки аргументации, анализа и критического мышления;
- ✓ активное использование онлайн-ресурсов: включение в обучение современных онлайн-ресурсов, таких как медиатеки, образовательные платформы и сетевые ресурсы, помогает ученикам научиться навигации и поиску информации в интернете;
- ✓ совместное обучение: ученики могут обучать друг друга, обмениваясь знаниями и опытом, что способствует развитию критического мышления и социальных навыков;
- ✓ исследовательский подход: поощрение учеников заниматься исследованиями и самостоятельным изучением помогает им развивать навыки поиска информации, анализа данных и принятия информированных решений;

✓ реальные задачи и кейс-методы: решение реальных задач и анализ кейсов помогают учащимся применять цифровые навыки к конкретным ситуациям, что способствует развитию практических навыков и критического мышления;

✓ интеграция этики и цифровой безопасности: обучение этическому поведению в сети и защите данных можно включить в уроки, чтобы ученики осознавали последствия своих действий в цифровом мире.

Индивидуальный и дифференцированный подход к ученикам, учитывая их уровень знаний и потребности, также играет важную роль в формировании цифровой грамотности и критического мышления.

Формирование цифровой грамотности и критического мышления в современном образовании сопровождается несколькими серьезными проблемами и вызовами. Быстрое развитие цифровых технологий создает постоянную потребность в обновлении учебных программ и методов обучения.

Важным вызовом является цифровое неравенство, когда не все ученики имеют доступ к современным технологиям и интернету. Это может создавать неравенство в возможностях развития цифровой грамотности. Зависимость от технологий, такая как смартфоны и социальные сети, может приводить к отвлечению учеников от учебы и вызывать социальные и психологические проблемы.

Отсутствие единых стандартов и методологий в обучении цифровой грамотности и критическому мышлению усложняет разработку качественных учебных программ. Недостаток квалифицированных преподавателей, способных эффективно обучать этим навыкам, также представляет собой вызов.

Социокультурные различия и факторы могут влиять на способность учеников к обучению и развитию цифровых навыков. Некоторые ученики могут не видеть значимости цифровой грамотности и критического мышления, что снижает их мотивацию для обучения.

И наконец, важно учить учеников балансировать между использованием технологий и злоупотреблением ими, чтобы избежать негативных последствий.

Решение этих проблем и вызовов требует совместных усилий со стороны образовательных учреждений, педагогов, родителей и общества в целом. Эффективное обучение цифровой грамотности и критическому мышлению требует непрерывного обновления методов и подходов, а также создания обучающей среды, которая будет способствовать их развитию.

Формирование цифровой грамотности и критического мышления представляет собой неотъемлемый аспект современного образования, а также ключевой элемент подготовки учеников к успешной жизни в информационном обществе. В данной статье мы рассмотрели методы и подходы к развитию этих важных навыков, а также выявили ряд проблем и вызовов, которые могут возникнуть в процессе обучения.

Мы видим, что среди основных методов формирования цифровой грамотности и критического мышления в образовании важными являются проектная деятельность, интерактивные уроки, групповая работа, обучение через игры, а также активное использование онлайн-ресурсов. Эти методы способствуют развитию практических навыков, критического мышления и способности применять полученные знания на практике.

Однако стоит признать, что существуют серьезные проблемы, такие как быстрое развитие технологий, информационный хаос, цифровое неравенство, зависимость от технологий и другие.

Таким образом, формирование цифровой грамотности и критического мышления является важным шагом в подготовке учеников к успешной адаптации в современном информационном мире. Эти навыки не только помогут им лучше понимать и использовать технологии, но и принимать обоснованные и этические решения. Их развитие должно оставаться приоритетом в сфере образования, чтобы обеспечить будущие поколения навыками, необходимыми для успешной жизни в цифровом мире.

Список использованных источников

1. Казанцев, В.В. Развитие цифровой грамотности в школе / В.В. Казанцев // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи : сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Смоленск, 21 апреля 2023 года. – Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2023. – С. 107–111.

УДК 004.032.26: 004.9

С.И. Клинецвич, Е.Я. Лукашик, В.М. Завадская
Гродненский государственный медицинский университет

ИЗУЧЕНИЕ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА МОДЕЛИ ПЕРЦЕПТРОНА

Излагается идея обучения студентов медицинских вузов основам искусственного интеллекта на примере нейронных сетей. Рассмотрен вариант разработки простейшей модели нейронных сетей на базе перцептрона. Описан алгоритм машинного обучения однослойного перцептрона (искусственного нейрона). Спроектирована в IDE-среде python-модель алгоритма, которая является простой, наглядной и доступной для практического изучения в медицинском вузе.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, перцептрон, сигмоид, машинное обучение.

Актуальность. Искусственный интеллект (ИИ) трактуется как способность компьютерных систем решать задачи, которые обычно требуют человеческого (естественного) интеллекта. Одним из ключевых направлений в развитии ИИ являются искусственные нейронные сети, которые часто называют нейронными сетями (НС).

В медицинской сфере НС применяются для обработки медицинских изображений, диагностики заболеваний, мониторинга состояния здоровья, прогнозирования лечения, анализа генетических данных и многого другого. Поэтому для системы высшего образования Республики Беларусь становится актуальной интеграция ИИ в учебный процесс. Это, с одной стороны, требует от преподавателей вузов изменения подходов в обучении, коррекции существующих методик и оценок результатов. С другой стороны, требует обучить студентов основным идеям ИИ, вооружить практическими навыками использования ИИ в своей предметной области. Проблема обучения логическим основам функционирования ИИ становится особенно актуальной для студентов медицинских специальностей. Тем не менее мы полагаем, что данная задача вполне разрешима и предлагаем обучать основам ИИ в медицинском вузе с рассмотрения алгоритма функционирования НС на модели перцептрона. Такой подход имеет для медвуза своё логическое обоснование: искусственные НС эмулируют работу нейронов головного мозга человека, которую студенты-медики детально изучают на занятиях по медицинским дисциплинам. Кроме того, как известно, первой моделью НС стал перцептрон, предложенный в 1958 году американским психологом Фрэнком Розенблаттом (Frank Rosenblatt) [1]. Этот простейший искусственный нейрон стал основой для дальнейшего создания и развития нейронных сетей.

Цели. В исследовании ставилась цель разработать простейшую математическую модель НС на основе перцептрона, которая позволяет студентам медицинского университета понять: а) общие принципы работы НС; б) логику машинного обучения НС.

Для достижения поставленных целей требовалось решить следующие задачи: а) изучить архитектуру перцептрона, состоящего из S-слоя сенсорных элементов, ассоциативного A-слоя и реагирующего R-слоя; б) изучить логику образования выходного R-сигнала на основе взаимодействия входных сигналов от S-элементов; в) исследовать простейшую функцию активации нейрона для реализации механизма машинного обучения; г) написать алгоритм обучения перцептрона на языке Python [2]; д) произвести обучение [3] на простейших образах; е) разработать описание лабораторной работы с набором данных для применения в учебном процессе.

Методы исследования. Для достижения данных целей нами использовались: а) анализ литературы по НС и перцептрону; б) язык программирования Python и интегрированная среда разработки (IDE) Spyder; в) методы матричных вычислений и компьютерной алгебры.

Результаты и их обсуждение. Физически S-элементы представляют собой слой сенсоров или рецепторов. Каждый элемент S-слоя может находиться только в одном из двух состояний: состоянии покоя (задаётся цифрой 0) или возбуждения (цифра 1). В состоянии возбуждения от сенсора передаётся единичный сигнал в ассоциативный слой A. К каждому элементу A-слоя может поступать несколько сигналов от S-элементов. A-элемент активизируется только тогда, когда количество сигналов превысит некоторую пороговую величину.

В учебной модели для простоты рассматривается однослойный перцептрон (ОП) с одним A-слоем, который схематично представлен на рисунке 1. В ОП все S-A -связи имеют вес, равный 1 ($w=1$), а порог для A-элементов устанавливается +1, при этом сенсоры могут генерировать сигнал 0 или 1. Если не учитывать сенсорные элементы и S-A связи, то можно рассматривать однослойный перцептрон как искусственный нейрон (ИН). Имеющееся отличие между ОП и ИН состоит в следующем. В ОП на вход (A-элементы) подаются фиксированные сигналы 0 или 1. В ИН на вход можно подавать любые значения. Место ИН в структуре ОП выделено на рисунке 1 прямоугольником с закруглёнными вершинами.

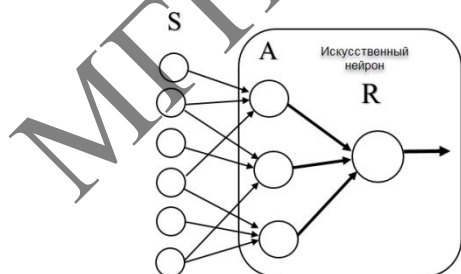


Рисунок 1 – Однослойный перцептрон (ОП) с одним A-слоем

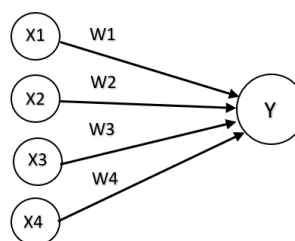


Рисунок 2 – Искусственный нейрон

В дальнейшем исследовании для повышения наглядности модели мы рассматриваем искусственный нейрон, который функционально идентичен с небольшим отличием однослойному перцептрону (см. рисунок 2). На входы X1-X4 искусственного нейрона подаются тренировочные сигналы,

которые могут принимать значения 0 или 1. Примерные значения тренировочных сигналов $(X1-X4)_{\text{трени}}$ для обучения перцептрона приведены в таблице 1. Значения выходных сигналов, генерируемых R-элементом, представлены столбцом Y (таблица 1). Кроме того, в таблице 1 выделена нижняя строка, которая используется для проверки работоспособности модели (в ячейке таблицы символом «?» обозначено значение выходного сигнала, вычисляемое НС после завершения тренировочного цикла).

Табл. 1

Вход				Выход
X1	X2	X3	X4	Y
0	0	1	1	1
1	0	1	0	0
0	1	0	0	0
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0
1	0	1	1	?

Таким образом, идея создания модели ОП (искусственного нейтрона) и алгоритма обучения упрощена для лучшего понимания функционирования НС и заключается в следующем:

1. Задаются четыре входа $x1-x4$ ИН (при желании количество входов можно увеличить, но при этом следует помнить, что время численных расчётов будет сильно возрастать и при этом теряется наглядность учебной модели).

2. На входы ИН подаются пять наборов входных сигналов $X_{\text{тр}}$ из тренировочного набора, которые приведены в пяти верхних строчках таблицы 1.

3. Наборам входных $X_{\text{тр}}$ сигналов соответствует набор выходных (эталонных) значений $Y_{\text{тр}}$.

4. Для первичного оценочного расчёта Y_i случайным образом с помощью генератора случайных величин формируется матрица первоначальных весовых коэффициентов W_i , которая содержит значения от -1 до +1.

5. С помощью функции активации выхода ИС вычисляются первичные расчётные значения $Y_i = X_{\text{тр}} * W_i$ (в качестве функции активации в учебной модели нами использовалась хорошо известная функция сигмоида: $S(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$).

5.1. Организуется повторяющийся итерационный цикл (число итераций задается вручную достаточно большим (в пределах 10 000 – 1 000 000)).

5.2. Находится погрешность E_i между эталонными (тренировочными) значениями выходов $Y_{\text{тр}}$ и расчётными значениями Y_i : $E_i = Y_{\text{тр}} - Y_i$.

5.3. Вычисляются новые скорректированные значения весовых коэффициентов W_i с учётом величин $X_{\text{тр}}$, E_i и градиента функции $S(x)$; использование в поправках градиента функции $S(x)$ позволяет тем самым автоматизировать подгонку весовых коэффициентов.

5.4. Вычисления по п.п. 5.2–5.3 повторяются в пределах заданного лимита итераций (см. п. 5.1).

6. По завершении итерационного цикла вводятся тестовые (проверочные) значения входных величин X_i (см. нижнюю строку табл.1) и вычисляется величина соответствующего им выходного сигнала Y.

Описанный выше алгоритм, реализованный на языке программирования Python, спроектирован в среде IDE Spyder. Выбор языка программирования обусловлен тем, что Python в настоящее время является: 1) одновременно простым и мощным высокоуровневым языком; 2) писать программы на нём достаточно просто; программный код на Python'e легко читается и воспроизводится; 3) синтаксис языка достаточно минималистичен; 4) стандартные библиотеки языка содержат множество полезных и доступных функций; 5) в настоящее время ИИ переключает на себя функции программирования и значительный процент программ, написанных ИИ, как раз написаны на Python; 6) при ручном написании кодов на Python'e большую помощь начинающему программисту могут оказать чат-боты (DeepSeek, ChatGpt и др.).

Так как входные сигналы X, подаваемые на вход ОП, выходные сигналы Y на выходе ОП и весовые коэффициенты W представляются в нашей модели как матрицы, то нам потребовалось в Python'e подключить матричные функции с помощью библиотеки numpy. Кроме того, из данной библиотеки мы использовали экспоненциальные функции и функцию генерации случайной величины.

Код программы на языке Python получился достаточно простым и содержит в себе следующие блоки:

- а) блок импорта библиотеки numpy и соответствующих функций;
- б) определение функции сигмоида для расчёта поправок и вычисления выходных сигналов;
- в) блок задания тренировочных входных и выходных сигналов;
- г) блок формирования случайных значений весовых коэффициентов для первичного расчёта выходных сигналов;
- д) блок печати матриц со значениями входных сигналов, весовых коэффициентов и выходных сигналов;
- е) блок итерационного цикла или машинного обучения, в котором вычисляются расчётные значения выходных сигналов их погрешности по сравнению с эталонными (тренировочными) значениями и поправки к весовым коэффициентам; в пределах данного блока организуется печать скорректированных весовых коэффициентов, расчётные значения выходных сигналов и их погрешности;

г) по завершении блока машинного обучения выполняются расчёты выходных сигналов, для которых создавалась учебная модель НС.

Для применения данного алгоритма в учебном процессе разработано методическое обеспечение: постановка задачи, описание и блок-схема, инструкции, наборы индивидуальных тренировочных и тестовых наборов входных и выходных сигналов, образцы оформления отчёта по лабораторной/практической работе.

Выводы. Разработанная модель машинного обучения на примере однослойного перцептрона и реализованная в инструментальной среде Spyder на языке программирования Python является функциональной, прозрачной и наглядной. Модель позволяет студентам гуманитарного профиля:

а) понять механизм работы нейронных сетей, в частности, осмыслить алгоритм машинного обучения;

б) применить её в учебном процессе в качестве лабораторной или практической работы на занятиях по информационным технологиям и основам искусственного интеллекта в нескольких вариантах:

- на базовом уровне использовать готовые исходные коды программы, адаптировав их под индивидуальные наборы исходных данных;
- на исследовательском уровне попытаться с помощью ИИ написать коды программы на языке Python;
- разработать более реалистичные и, соответственно, более сложные модели НС.

Список использованных источников

1. Розенблатт, Фрэнк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Розенблатт,_Фрэнк. – Дата доступа: 15.02.2025.

2. Кольцов, Д.М. Справочник Python / Кратко, быстро, под рукой. – 2-е издание (испр. и перераб.) / Д.М. Кольцов, У.В. Дубовик. – СПб. : Наука и техника, 2023. – 304 с.

3. Малов, Д.А. Глубокое обучение и анализ данных. Практическое руководство / Д.А. Малов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2023. – 272 с.

УДК 378.016:5

И.Н. Ковальчук, Л.А. Иваненко

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ ТОЧНЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК В УО МГПУ ИМЕНИ И.П.ШАМЯКИНА

Авторы приводят примеры использования различных инновационных средств обучения для повышения качества преподавания точных и естественных наук.

Ключевые слова: инновационный процесс, компетентностный подход, учебно-методические комплексы, рабочая тетрадь, информационно-компьютерная технология.

Введение. Современный этап развития общества характеризуется стремительным развитием инновационных процессов в сфере образования. Реализация новой модели образования, включающей в качестве основной цели – качество и компетентностный подход, требует соответственно применения комплексного подхода к организации всего образовательного процесса и педагогической деятельности в целом.

При переходе к компетентностной модели обучения принципиально поменялась роль и позиция преподавателя. Его главной задачей становится не передача готовых знаний, а мотивация к проявлению самостоятельности и формирование способности и готовности к решению разного рода проблем. Студенты теперь должны получать как можно больше реальных знаний, причём не только в ходе практик, а и из уст преподавателя, который в этом случае должен быть исследователем, экспериментатором. И если мы говорим о качестве, т.е. адекватности знаний в образовательном процессе меняющимся требованиям общественной жизни и деловой практики, то реальные знания должны носить опережающий характер. В логической схеме «преподаватель-студент» на первый план выходит студент, а преподаватель становится его помощником, тьютором-наставником, поддерживающим обучающегося в ходе совместной с ним учебной работы.

Информационное общество ставит перед высшей школой задачу – научить будущего специалиста самостоятельно взаимодействовать с инновационно-развивающимся миром профессионального труда. В этих условиях актуализируются творческая активность педагогов и использование инновационных методов и технологий в преподавании, в том числе точных и естественных наук.

Отвечая на эти запросы современного образовательного рынка и ориентируясь на современные тренды в сфере образования, учреждение образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П.Шамякина» выходит на новый уровень образовательных услуг – применение информационных образовательных ресурсов и инновационных технологий (модульно-рейтингового

обучения, проектного обучения и др.), внедрение креативных компонентов и использование элементов дистанционного обучения.

С целью повышения качества подготовки специалистов кафедрами университета разработаны учебно-методические комплексы (ЭУМК) по учебным дисциплинам, в том числе электронные, которые позволяют собрать в единый комплекс практически все информационные материалы, требуемые для изучения той или иной дисциплины. На сайте университета на платформе Moodle, размещенной на облачном сервисе, находятся ЭУМК, как в свободном гостевом доступе, так и в паролльном режиме. Система управления обучением Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда), предназначенная для организации взаимодействия между преподавателем и студентами заочной и дневной форм получения образования и активно используется в МГПУ им.И.П.Шамякина. Следует отметить, что Moodle – бесплатно распространяемый программный комплекс по своим функциональным возможностям, простоте освоения и удобству использования удовлетворяет большинству требований, предъявляемых пользователями к системам электронного обучения.

Преподавание точных и естественных наук нацелено на развитие системы обратной связи между преподавателем и студентами, на увеличение доли интерактивных методов обучения и различных видов самостоятельной работы студентов, используются такие формы лекции, как проблемная лекция, лекция-пресс-конференция и др. Для активизации студентов преподаватели по таким математическим дисциплинам, как математический анализ, алгебра, аналитическая геометрия разработали рабочие тетради-конспекты лекций, реализующие проблемно-предметный подход. Студенты имеют возможность использовать на лекциях полноценные тексты лекций в электронном формате и на бумажных носителях. Рабочая тетрадь представляет собой таблицу из двух столбцов, в одном из которых (левом) уже отображено содержание вопросов лекции, а второй столбец (правый) предназначен для заметок, которые вносятся студентом в ходе прослушивания и самостоятельного изучения лекционного материала. В связи с включением в текст рабочей тетради всех формулировок определений, теорем, графиков функций, освобождается значительная часть лекционного времени, что позволяет посвятить больше времени разбору и анализу примеров и доказательств теорем, работу с учебно-методической и научной литературой. Такой подход в преподавании ориентирован на подготовку выпускников нового типа, которые обладают не только высоким уровнем профессиональных знаний, но и способны к самообразованию и оперативному поиску необходимой информации.

В целях повышения познавательной активности и самостоятельности студентов при подготовке инженеров-педагогов по специальности «Инженерно-педагогическая деятельность (строительство)» и «Инженерно-педагогическая деятельность (машиностроение)» внедрена в образовательный процесс автоматизированная модульно-рейтинговая технология по специальному инженерным дисциплинам, которая обеспечивает непрерывный мониторинг знаний обучающихся, реализуя текущий, тематический, поэтапный, рубежный и итоговый контроль над всеми видами учебной деятельности с последующим формированием интегральной рейтинговой оценки. Для ее реализации в начале учебного семестра в соответствии с учебным планом определяются перечень и количество форм контроля, весовые коэффициенты значимости дисциплины и всех видов контрольных процедур, а также устанавливается график проведения мониторинга знаний обучающихся. Студентам выдают маршрутный лист прохождения учебных дисциплин, в котором указывается количество контрольных точек, конечные сроки их проведения, вид и содержание контроля.

Компьютерная тестирующая система может представлять собой как отдельную программу, не допускающую модификации, так и универсальную программную оболочку, наполнение которой возлагается на преподавателя. Тестирующая программа может быть встроена в оболочку электронного учебника, но может существовать и как самостоятельный элемент ЭУМК. Отличительной особенностью системы является автоматизация не только самого тестирования и обработки полученных результатов, но и всей процедуры получения рейтинговой оценки, что позволило полностью возложить ответственность за результаты учебных достижений на самого студента.

За счет значительной экономии времени на проведение контрольных процедур и наличия объективных показателей учебной деятельности студентов преподаватель может более активно влиять на ход образовательного процесса путем корректирующего взаимодействия со студентами по соответствующим учебным модулям. При этом он может значительно больше внимания уделять творческой работе со студентами. Преподаватель, при необходимости, может активно вмешиваться в ход образовательного процесса, актуализировать и пополнять базу знаний.

Инновационные процессы в образовании обуславливают необходимость подготовки учителя нового типа, способного работать с большим объемом информации, планировать процесс обучения в целом и на разных этапах, прогнозировать и анализировать результаты работы с последующей коррекцией своей педагогической деятельности. Стремление к поиску наиболее благоприятных условий для активизации познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеучебное время послужило основой для внедрения на физико-инженерном факультете университета рейтинговой системы оценки знаний студентов (РОЗ). Успешность учебной деятельности студента оценивается на экзамене по следующей формуле: $РОЗ = 0,2 \cdot C + 0,3 \cdot K + 0,5 \cdot Э$; где C – отметка за работу студента в течение семестра; K – отметка по

итогах контрольных мероприятий, проводимых в течение семестра; Э – отметка на экзамене. Итоговая РОЗ округляется согласно математическим правилам. Данная система успешно прошла проверку временем и показала свою эффективность, так как стимулирует систематическую самостоятельную работу будущих учителей математики, физики и информатики, приучает их к ежедневной работе по самосовершенствованию.

Информационно-компьютерная технология (ИКТ) как инновационное средство повышения эффективности обучения реализована при преподавании точных и естественных наук в виде комплекса видео-фрагментов, компьютерных моделей тех или иных процессов, презентационных слайдов, банка электронных диагностических средств и др.

Считаем, что системное применение информационных образовательных ресурсов и инновационных технологий, внедрение рейтинговой системы оценки знаний студентов, использование элементов дистанционного обучения, способствует повышению качества преподавания точных и естественных наук в процессе подготовки специалистов.

УДК 004.82

А.А. Козинский

Брестский государственный технический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ БАЗ ЗНАНИЙ

Значимость технологий представления знаний будет расти с развитием технологий искусственного интеллекта. Основное содержание статьи посвящено построению знаниевой модели представления расписания учебного заведения. Средствами построения продукционной модели выбран язык Prolog, а также библиотека эксперта языка Python. В статье содержатся примеры кода построения модели и запросов к ней. Приводятся краткие результаты сравнения использованных методов.

Ключевые слова: модели баз знаний, продукционная модель, Prolog, Python, experta.

Введение. В настоящее время в учебные планы ряда технических специальностей высшего образования включены дисциплины «Экспертные системы», «Интеллектуальные системы» «Проектирование баз знаний» и др. Содержание перечисленных дисциплин предусматривает изучение моделей представления знаний. Однако распространение предобученных языковых моделей (см, например, [1; 2] и др.), а также нейронных сетей для решения различных задач машинного обучения привело к уменьшению внимания к моделям, методам и средствам представления знаний.

Использование знаниевых моделей играет важную роль в разработке искусственного интеллекта (ИИ). Понимание содержания различных моделей представления знаний дает возможность сформировать у студентов умения структурировать информацию, проводить эффективные рассуждения для принятия решений. Такой подход повышает эффективность решения задач NLP (обработки естественного языка). Обучение на основе знаний позволяет использовать логику, смысловые значения предметных областей. Тогда как применение «сырых данных» для обработки статистическими методами или «при скормливании» нейронной сети может привести к потере объяснимости и прозрачности полученных решений.

Примером модели представления знаний является продукционная, основанная на правилах вида «если-то». Продукционные модели получили распространение в экспертных системах. Примерами экспертных систем являются PROSPECTOR, MYCIN, R1 [3].

Другим примером модели представления знаний являются семантические сети (см., например, [4]), используемые в NLP, поисковых системах. Семантические модели опираются на представление знаний в виде графов.

Фреймовая модель, основана на структурированных объектах, характеризующихся атрибутами и их значениями. Такие модели удобны для описания объектно-ориентированных баз данных, описывающих объекты реального мира. Логические модели могут быть использованы для построения систем искусственного интеллекта.

Интеграция знаниевых моделей в системы искусственного интеллекта делают последние более прозрачными, что позволяет повысить доверие к полученным решениям. При этом правильный выбор модели представления знаний повышает оптимизацию выбора методов обработки данных и улучшает качество работы интеллектуальной системы.

Наглядным примером решения задачи извлечения знаний является поиск информации в расписании учебного заведения. Приведем примеры применения знаниевых моделей для анализа расписания занятий учебного заведения.

Фрагмент расписания представлен на рисунке 1.

			2 курс ЭСиТ	
			ПЭ-24	26
понедельник	8.30-9.50	1	теория электрических цепей	2/209
	10.10-11.30	2	микропроцессорная техника	2/409
	11.40-13.00	3	численные методы	2.09-25.11 301
			СТ.Бурмачев, С.И.Смирнов, А.В.Смирнов	

Рисунок 1 – Фрагмент расписания занятий в учебном заведении
(здесь и ниже личные данные преподавателей скрыты)

Приведем фрагмент кода для представления данных расписания в виде фактов на языке Prolog в соответствии с продукционной моделью. В представлении учитываются факты: предмет, время, аудитория и преподаватели и др. Обращаем внимание, что имена переменных в прологе начинаются с заглавной буквы или знака подчеркивания, тогда как имя символической константы должно начинаться строчной буквой.

Фрагмент 1. Код для представления модели расписания на языке Prolog (фрагмент)

```
% Формат: занятие(День, Время, Номер_пары, Предмет, Преподаватель, Аудитория)
% 1 пара (8.30-9.50)
занятие(вторник, '8.30-9.50', 1, 'иностраннй язык', 'Р...', аудитория(5, 508)).
занятие(вторник, '8.30-9.50', 1, 'иностраннй язык', 'Д...', аудитория(4, 414)).
% 2 пара (10.10-11.30)
занятие(вторник, '10.10-11.30', 2, 'психология межличностных отношений', 'Б...', аудитория(3, 303)).
```

Ниже приведены примеры запросов к расписанию на языке Prolog.

Запрос 1. Вывести список занятий во вторник:

?- занятие(вторник, Время, Номер, Предмет, Преподаватель, Аудитория).

Запрос 2. Вывести список всех занятий в аудитории 401а корпуса 2:

?- занятие(День, Время, Номер, Предмет, Преподаватель, аудитория(2, '401a')).

Решение задачи построения продукционной модели для представления расписания может быть также выполнено на языке Python с использованием библиотеки experta. Фрагмент такого кода приведен ниже.

Фрагмент 2. Представление продукционной модели для расписания на языке Python

```
pip install experta
from experta import *

class ScheduleFact(Fact):
    """Факт, представляющий занятие в расписании"""
    pass

class Classroom(Fact):
    """Факт для представления аудитории"""
    pass

class Educator(Fact):
    """Факт для представления преподавателя"""
    pass

class ScheduleEngine(KnowledgeEngine):
    @DefFacts()
    def _initial_facts(self):
        # Загрузка данных расписания
        yield Classroom(building=5, room=508)
        yield Classroom(building=4, room=414)
        yield Classroom(building=3, room=303)
        # ... остальные аудитории

        yield Educator(name='Р...')
        yield Educator(name='Д...')
        # ... остальные преподаватели
```

```

# Занятия
yield ScheduleFact(
    day='вторник',
    time='8.30-9.50',
    pair=1,
    subject='иностраный язык',
    educator='Р...',
    classroom=(5, 508)
)
yield ScheduleFact(
    day='вторник',
    time='8.30-9.50',
    pair=1,
    subject='иностраный язык',
    educator='Д...',
    classroom=(4, 414)
)
# ... остальные занятия

# Правила можно добавить здесь
# @Rule(...)
# def some_rule(self): ...

# Инициализация движка
engine = ScheduleEngine()
engine.reset() # Загрузка фактов в рабочую память
engine.run()  # Запуск обработки правил (если есть)

```

Пример кода запроса к модели для получения расписания всех занятий во вторник приведен ниже:

Фрагмент 3. Запрос для извлечения списка занятий во вторник

```

matches = engine.match(
    ScheduleFact(
        day='вторник',
        time=MATCH.time,
        pair=MATCH.pair,
        subject=MATCH.subject,
        educator=MATCH.educator,
        classroom=MATCH.classroom
    )
)

for match in matches:
    print(f'Время: {match['time']}, Пара: {match['pair']}")
    print(f'Предмет: {match['subject']}")
    print(f'Преподаватель: {match['educator']}")
    print(f'Аудитория: корпус {match['classroom'][0]}, каб. {match['classroom'][1]}\n")

```

Легко видеть внешние отличия в представлениях продукционной модели знаний описанными методами. Более глубокий анализ показывает, что представление модели на языках Prolog и Python с привлечением эксперта отличаются используемыми парадигмами программирования, структурами данных, способами обработки запросов, расширяемостью представления фактов и производительностью, степенью поддержки сообществом. Так, например, Prolog основан на декларативной парадигме программирования, тогда как в основе Python объектно-ориентированная. Prolog использует в качестве структуры данных предикаты с аргументами, тогда как Python – классы. При обработке запросов Prolog находит все возможные варианты встроенными средствами, тогда как Python требует явного перебора фактов в базе знаний. Производительность модели знаний на основе Prolog основана на встроенных оптимизированных алгоритмах, тогда как выполнение кода на Python выполняется интерпретатором. Вместе с тем применение Prolog используется для решения задач искусственного интеллекта и лингвистики, что ограничивает его применение академическим направлением. Тогда как Python имеет широкую промышленную поддержку, благодаря которой достигается его универсальность и применимость для решения различных задач.

Одно из концептуальных отличий представленных методов построения знаниевых моделей состоит в том, что Prolog реализует логическую модель вычислений, на основе программы как набора

аксиом. При этом выполнение запросов сводится к поиску доказательства. Тогда как Python в сочетании с experta представляет продукционную систему как сочетание знаний по форме «условие => действие». Такой способ приводит к выполнению запроса как цикла по распознаванию действия.

Использование знаниевых моделей и понимание их разнообразия критически важно для разработки эффективных и объяснимых ИИ-систем. Они обеспечивают структурированное представление знаний, что позволяет ИИ не только «видеть» данные, но и «понимать» их. Приведенные примеры демонстрируют представление знания как способа обоснования перехода между данными и смыслом. Такой подход к видению моделей представления знаний показывает, что роль последних будет только расти с развитием технологий искусственного интеллекта.

Список использованных источников

1. Модель искусственного интеллекта ChatGPT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chatgpt.com/>. – Дата доступа: 31.01.2025.
2. Искусственный интеллект DeepSeek [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deepseek.com/>. – Дата доступа: 31.01.2025.
3. Мельников, К.В. Способы представления знаний в экспертных системах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://it-claim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/1_sb/melnikov.htm. – Дата доступа: 31.01.2025.
4. Формальные основы семантического представления знаний в интеллектуальных системах : учеб.-метод. пособие / В.В. Голенков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2014. – 68 с.

УДК 378.147:51

Е.А. Крагель

Брестский государственный технический университет

КУЛЬТУРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СЛУШАТЕЛЕЙ-ИНОСТРАНЦЕВ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ

Данная статья посвящена актуальной теме обучения математике иностранных граждан на подготовительном отделении. Эффективным элементом обучения иностранных граждан математике является применение интеграции (математикой, языком, культурой). В статье представлены основные направления, способствующие культурной интеграции: изучение русского языка, реализация совместных проектов; обсуждение культурных аспектов математики, поддержка тьюторов.

Ключевые слова: слушатели-иностранцы, математика, подготовительное отделение, культурная интеграция, система интегрированных заданий, «математический русский» язык, билингвальное обучение, тьюторство.

Введение. В настоящее время образование является одним из основных инструментов влияния на современный мир. Все развитые страны ведут конкурентную борьбу за лидерство в мировой системе образования. В сфере образования остается актуальной тенденция к интернационализации и интеграции. Не является исключением и политика в сфере образования Республики Беларусь, которая является активной страной, осуществляющей экспорт образовательных услуг. В настоящее время, согласно статистическим данным [1, с. 88], в учреждениях высшего образования Республике Беларусь обучается 18838 иностранных граждан из 87 стран мира.

В рамках проводимого нами исследования, посвященного процессу обучения слушателей-иностранцев на подготовительном отделении, обучение граждан является эффективным при реализации интеграции: языковой, математической, культурной.

Под культурной интеграцией мы будем понимать «углубленное взаимовлияние, взаимодействие и взаимное наполнение, происходящее между различными этнокультурными группами, историко-культурными районами, культурными регионами и областями, институтами и организациями сферы культуры» [2, с. 275].

Для эффективного обучения слушателей-иностранцев математике на подготовительном отделении необходимо внедрять элементы культурной интеграции. Культурная интеграция – важный аспект процесса адаптации иностранных студентов (слушателей) к жизни и учебе в другой стране. При обучении иностранные граждане сталкиваются с необходимостью преодоления культурных различий, освоения новой языковой среды. Эффективная культурная интеграция помогает слушателям-иностранцам быстрее адаптироваться к учебной среде, улучшает качество их образования и способствует формированию межкультурной компетентности.

Рассмотрим основные направления, способствующие культурной интеграции, при обучении математике.

Изучение математического русского языка. Билингвальное обучение состоит в предоставлении теоретического материала на родном языке, которое может облегчить понимание предмета и способствовать лучшему усвоению материала. Элементы билингвального обучения при изучении математики в рамках диссертационного исследования реализуются средствами:

– словаря основных математических терминов по изучаемой теме, представленного на трех языках (русском, английском, китайском). В словаре представлена не только запись математических терминов на русском языке (визуальное представление), но и аудиозапись в mp3 формате (рисунок 1);

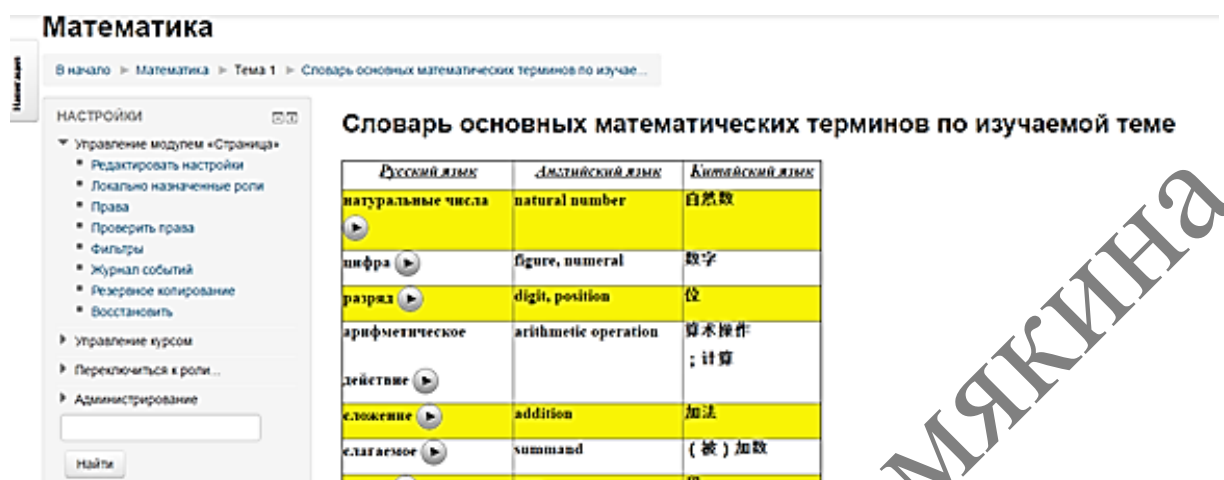


Рисунок 1 – Фрагмент основных терминов словаря «Числовые множества»

– алгоритмов по выполнению определенных математических действий, представленных на двух языках. Пример алгоритма разложения квадратного трехчлена на множители представлен на русском и туркменском языках (рисунок 2).

Чтобы разложить квадратный трехчлен на множители, надо:

(kwadrat üçagzany dagytmak üçin, gerek):

1. Найти корни x_1 и x_2 уравнения $(x_1, x_2 - köklerni tapmaly)$ $ax^2 + bx + c = 0$ (если корней нет, то квадратный трехчлен разложить на множители нельзя) (egerde kökleri ýok bolsa, onda kwadrat üçagzany köpeldijilere dagytmak gadagan);

2. Разложить квадратный трехчлен на множители по формуле:

(kwadrat üçagzany köpeldijilere şu formula boýunça dagydylyar):

$$ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2).$$

Рисунок 2 – Алгоритм разложения квадратного трехчлена на множители на русском и туркменском языках

Реализация совместных проектов.

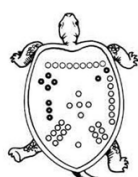
Организация практических занятий, где представляются не только математические концепции, но и их применение в различных культурах.

Создание групповых проектов, в которых участвуют иностранные слушатели, представляющие различные страны и культуры. Это способствует обмену опытом и культурным особенностям, а также развитию командных навыков. Например, слушателей-иностранцев делят на пары (тройки). Каждая группа выбирает тему и готовится по ней (подготовка занимает 2–4 недели). Связь (применение, использование, наличие) математических терминов с архитектурой, живописью, достопримечательностями той страны, из которой приехал докладчик (слушатель-иностранец ПО). В определенный срок каждая пара представляет свой проект (доклад и презентацию своей работы). Данный метод эффективно использовать при изучении геометрии.

Обсуждение культурных аспектов математики.

Включение в курс изучения учебной дисциплины «Математика» элементов истории математики в разных культурах, что может помочь слушателям увидеть, как различные народы подходили к решению математических задач. Пример такого задания представлен на рисунке 3.

В древнекитайской рукописи Же-Ким (XII–XIII вв. до н.э.) есть предание о том, как император Юю, живший примерно 4000 лет назад, увидел на берегу реки священную черепаху. На панцире черепахи был изображен рисунок из белых и черных кружков.



На этом рисунке была найдена удивительная закономерность. Открытие ее произвело столь неизгладимое впечатление, что символ стали считать священным и употреблять в заклинаниях. Назвали его «Ло-шу». Какая закономерность так поразила древних китайцев в этой таблице?

Рисунок 3 – Алгоритм разложения квадратного трехчлена на множители на русском и туркменском языках

Использование системы интегрированных заданий [3], позволяющих интегрировать язык, культуру, математику.

Поддержка тьюторов:

Назначение тьюторов из числа старших студентов или преподавателей, которые могут помочь иностранным слушателям адаптироваться к учебному процессу и жизни в стране.

Реализация культурной интеграции, применяя вышеперечисленные направления, при обучении математике слушателей-иностранцев повышает не только эффективность процесса обучения, но и помогает адаптироваться иностранным гражданам к новой среде.

Список использованных источников

1. Статистический ежегодник 2024 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат) [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_135040/. – Дата доступа: 31.03.2025.
2. Филиппенко, В.В. Культурная интеграция: сущность, ключевые формы и основополагающие принципы [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: http://repository.buk.by/bitstream/handle/123456789/28696/57_KULTURNAYA_INTEGRACIYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. – Дата доступа: 04.05.2025.
3. Крагель, Е.А. Система интегрированных заданий как средство обучения слушателей-иностранцев на подготовительном отделении «русскому математическому» языку / Е.А. Крагель // Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2020 : materiy XVI międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, Przemysł, 7–15 marca 2020 r. / Nauka i studia ; zespół redakcyjny: Jerzy Ciborowski [et al.]. – Przemysł, 2020. – Vol. 4 : Pedagogiczne nauki. – S. 104–110.

УДК 378.147

Л.А. Кривошеева, О.С. Дыба
ГУО «Средняя школа № 7 г. Мозыря»

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНФОРМАТИКИ

В статье рассматриваются инновационные технологии в обучении информатике в школе, способствующие формированию навыков программирования, логического мышления у учащихся, развитию навыков работы с информацией и совместной работы. Акцентируется внимание на влиянии использования данных технологий в повышении интереса к предмету и формированию важнейших компетенций, в первую очередь – компьютерной грамотности, для успешной карьеры в цифровом мире.

Ключевые слова: технологии, мобильные приложения, образовательный процесс, внедрение, образовательные платформы, проектное обучение, программирование.

Введение. Образование играет ключевую роль в современном мире, где технологии стремительно развиваются и проникают во все сферы жизни. Информатика, как одна из ключевых дисциплин, играет важную роль в подготовке учащихся к вызовам цифровой эпохи. Оценивается же образование в категории качества, то есть качество образования – это его результативность. А результатом образовательного процесса можно считать компетенции учащихся, сформированные в процессе обучения. Выпускник школы должен быть функционально грамотен. Одна из составляющих функциональной грамотности – компьютерная грамотность. В формировании компьютерной грамотности сложно недооценить использование инновационных технологий – они открывают новые горизонты для обучения, позволяя не только усваивать теоретические знания, но и развивать практические навыки, необходимые для успешной карьеры в будущем. В последние годы наблюдается активное внедрение инновационных технологий в преподавание информатики, что открывает новые горизонты для обучения и развития учащихся.

Инновационные технологии не только обогащают учебный процесс, но и развивают навыки и компетенции учащихся, необходимые для успешной профессиональной деятельности в будущем. Современные подходы, такие как использование интерактивных платформ, программирования, робототехники и других цифровых инструментов, трансформируют процесс обучения и делают его более увлекательным и эффективным. Внедрение этих технологий в школьное образование влияет на мотивацию и интерес учащихся к изучению информатики.

Одним из наиболее заметных направлений является использование интерактивных технологий. Интерактивные доски, проекторы и специализированное программное обеспечение позволяют создавать динамичные и увлекательные уроки. Учителя могут демонстрировать сложные концепции в визуальном формате, что способствует лучшему пониманию материала. Применение таких ресурсов, как Quizizz, LearningApps, Kahoot! позволяет создавать учебные материалы с интерактивными элементами, видео и заданиями.

Облачные технологии также играют важную роль в преподавании информатики. Платформы, такие как Google Classroom и Microsoft Teams, позволяют организовать учебный процесс, делиться материалами и проводить онлайн-занятия. Это особенно актуально в условиях дистанционного обучения, когда учащиеся могут получать доступ к учебным материалам в любое время и из любого места. Облачные технологии способствуют развитию навыков работы с информацией и совместной работы, что является важным аспектом современного образования.

С развитием мобильных технологий, использование приложений для обучения информатике стало более доступным. Существуют различные платформы и приложения, которые предлагают интерактивные курсы, задания и тесты по программированию и другим аспектам информатики. Это позволяет учащимся учиться в удобное для них время и в своем темпе, что особенно важно для индивидуализированного подхода в образовании.

В контексте инновационных технологий в обучении информатике можно рассмотреть несколько мобильных приложений, которые значительно облегчают процесс обучения и делают его более интерактивным. Вот некоторые из них:

Scratch – это визуальная среда программирования, которая позволяет учащимся создавать свои собственные интерактивные истории, игры и анимации. Scratch помогает развивать логическое мышление и навыки программирования с помощью простого и интуитивно понятного интерфейса.

Khan Academy – приложение, предлагающее широкий спектр курсов по информатике и программированию. Оно включает видеуроки, интерактивные задания и тесты, что позволяет учащимся изучать материал в удобном для них темпе.

Code.org – приложение, которое предлагает интерактивные уроки по программированию для школьников. Оно включает в себя различные задания и проекты, которые помогают учащимся освоить основные концепции программирования.

Эти приложения не только способствуют развитию технических навыков, но и помогают учащимся развивать креативность, критическое мышление и способность к решению проблем, что является важным в современном образовательном процессе.

Инновационные технологии также способствуют внедрению проектного обучения в преподавание информатики. Учащиеся могут работать над реальными проектами, используя современные инструменты и технологии. Это не только развивает их технические навыки, но и формирует умения работать в команде, управлять временем и решать проблемы. Проектное обучение позволяет учащимся применять теоретические знания на практике, что значительно повышает их мотивацию и вовлеченность.

Геймификация – это еще один инновационный подход, который активно используется в преподавании информатики. Внедрение игровых элементов в учебный процесс делает его более увлекательным и мотивирующим. Ученики могут участвовать в конкурсах, решать задачи в формате игр и получать награды за достижения. Это не только повышает интерес к предмету, но и способствует развитию командного духа и навыков сотрудничества.

С введением курсов по программированию и робототехнике учащиеся получают возможность не только изучать теорию, но и применять знания на практике. Конструирование и программирование роботов развивает логическое мышление и креативность. Учащиеся учатся работать с различными языками программирования и инструментами, что подготавливает их к будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрим некоторые примеры использования инновационных технологий при изучении школьного курса информатики, в частности, тем, предусмотренных учебной программой по информатике.

При изучении программирования, алгоритмов используем следующие приемы: проектная работа: создаем свои собственные небольшие игры или приложения, реальные задачи: привожу примеры, как алгоритмы используются в повседневной жизни, например, в навигационных системах или в рекомендациях на стриминговых сервисах. Реализуем с учениками алгоритмы для решения конкретных задач.

При работе с данными: проводим уроки, на которых ученики будут анализировать реальные наборы данных (например, статистику по экологии или демографии, вырубки древесины). Обсуждаем, как аналитики данных помогают компаниям принимать решения. Создаем базы данных и учимся работать с ними, выполнять запросы, отчеты, составлять условия отбора данных.

При изучении кибербезопасности проводим урок, на котором обсуждаем, как работают кибератаки и как их предотвращать, какие профессии связаны с кибербезопасностью и как они защищают информацию.

При изучении мультимедиа и компьютерной графики просим учеников создать свои видеоролики или графические проекты, используя программы для редактирования. Обсуждаем, как эти навыки могут быть полезны в профессиях, связанных с маркетингом, рекламой и дизайном.

При изучении 3-D моделирования учащиеся понимают, что с помощью специального ПО можно создавать проекты домов, обстановки жилых помещений, и это пригодится для работы в дизайне.

При изучении веб-конструирования ученики создают свои собственные веб-сайты, где они могут представить свои увлечения, проекты и достижения. Это поможет им понять, как веб-разработка может быть полезна для самопрезентации в будущем. Или создают веб-сайты на любую тему, чтобы увидеть, как можно продвигать деятельность фирмы или организации, частного бизнеса, через интернет

При изучении сетевого этикета и права в информационных технологиях организуем дискуссии о цифровой этике, о том, как технологии влияют на общество, и какие этические вопросы возникают в связи с использованием данных и технологий. Это поможет ученикам понять важность профессий, связанных с правом и этикой в ИТ.

Каждый из этих подходов поможет ученикам увидеть связь между изучаемым материалом и реальными профессиями. Важно создать атмосферу, в которой ученики смогут задавать вопросы, делиться своими идеями и понимать, что их знания могут быть применены в будущем.

Использование инновационных технологий в преподавании информатики открывает новые возможности для обучения и развития учащихся. Интерактивные технологии, облачные платформы, геймификация, программирование и робототехника, а также искусственный интеллект – все это способствует созданию более эффективной и увлекательной образовательной среды. Важно, чтобы учителя продолжали осваивать новые технологии и интегрировать их в учебный процесс, чтобы подготовить учащихся к вызовам современного мира. В будущем можно ожидать дальнейшего развития этих технологий и их более широкого применения в образовательной практике.

УДК 37.091.3

О.Н. Кузменкова, Н.И. Жукова

УО «Гомельский государственный автомеханический колледж»

ОПЫТ ПРОФИЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА» ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 4-02-0713-01 «ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН»

На основе компетентностного подхода описывается использование онлайн сервисов и разработанных профессионально ориентированных заданий при профилизации учебного предмета «Математика» для учащихся по специальности 4-02-0713-01 «Обслуживание и ремонт вычислительных машин».

Ключевые слова: обучение математике, профессиональная направленность, компетенция, оператор ЭВМ, компьютерные технологии.

Введение. Потребность в квалифицированных кадрах в области вычислительной техники с профессионально-техническим образованием в настоящее время велика, поскольку данные специалисты способны осуществлять обработку информации на компьютере и размещение информационных ресурсов, обеспечивать модернизацию и устойчивое функционирование средств вычислительной техники [1], используемой во всех отраслях экономики современной Беларуси.

Для успешной работы оператором электронно-вычислительных машин молодому специалисту необходимы высокая мотивация к непрерывному повышению своих профессиональных компетенций, внимательность, умение принимать рациональные решения на основе анализа данных. Эти качества не могут формироваться только в процессе изучения предметов профессионального компонента.

Основная часть. Так как математические знания являются профессионально значимыми для обучающихся по специальности 4-02-0713-01 «Обслуживание и ремонт вычислительных машин», а также с целью реализации компетентностного подхода в профессиональном обучении при освоении ими учебной программы по математике на базовом уровне для 10–11 классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, были разработаны и апробированы задания профессиональной направленности. Использование практико-ориентированных заданий способствует непрерывной связи математики с предметами профессионального компонента. Включение в образовательный процесс элементов онлайн работы позволяет развивать и использовать цифровую компетенцию учащихся в их профессиональном становлении.

Приведём пример задачи, в которой описана практическая ситуация, при анализе и решении которой нужно применить имеющиеся у учащихся первого курса знания из раздела «Тригонометрические функции».

Задание 1. Оператор ЭВМ регистрировал изменение скорости Интернет-соединения и, пренебрегая погрешностью, установил, что колебания скорости доступа в Интернет можно описать функцией $v(t) = 70 \cdot |\sin t| + 30$, где t – время в секундах, v – скорость Интернет-соединения в Мбит/с. Постройте график изменения скорости этого Интернет-соединения за 15 секунд от момента подключения и определите:

- а) наибольшую скорость Интернет-соединения;
- б) наименьшую скорость Интернет-соединения;
- в) сколько раз за 15 секунд регистрируется наибольшая скорость Интернет-соединения;
- г) сколько раз за 15 секунд регистрируется наименьшая скорость Интернет-соединения;
- д) сколько раз за 15 секунд скорость Интернета составит 50 Мбит/с.

Решение.

Для поддержания мотивации к обучению, учитывая уровень математической подготовки учащихся и необходимость развивать умение использовать информационные технологии для решения профессиональных задач, при построении графика функции возможно использование интерактивного визуализатора математических графиков. Мы использовали онлайн сервис yotx.ru.

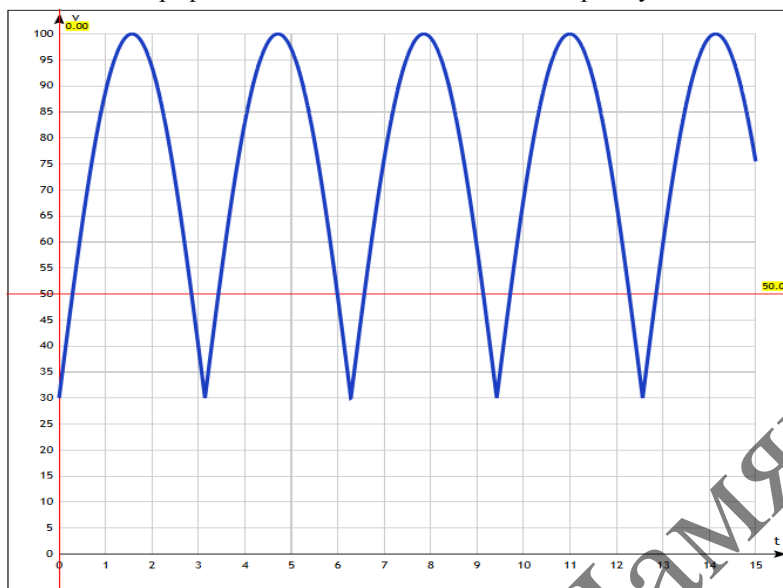


Рисунок 1 – График функции $v(t)=70 \cdot |\sin t|+30$

Выполним анализ графика изменения скорости Интернет-соединения и установим:

- а) наибольшая скорость Интернет-соединения 100 Мбит/с;
- б) наименьшая скорость Интернет-соединения 30 Мбит/с;
- в) за 15 секунд наибольшая скорость Интернет-соединения регистрируется 5 раз;
- г) за 15 секунд наименьшая скорость Интернет-соединения регистрируется 5 раз.
- д) скорость Интернета 50 Мбит/с за 15 секунд регистрируется 9 раз.

Такой подход к организации образовательного процесса развивает умение переводить на математический язык реальную ситуацию, использовать электронные ресурсы для построения графических моделей, способствует расширению списка математических понятий учащихся, необходимых для успешного овладения знаниями профессионального компонента.

Согласно учебной программе по учебному предмету «Математика» одной из основных целей обучения выступает формирование у учащихся научного мировоззрения, познавательного интереса, пространственного воображения [2]. В рамках выполнения трудовых функций оператор ЭВМ должен обладать такой компетенцией, как оптимизация конфигурации средств вычислительной техники в зависимости от предъявляемых требований и решаемых пользователем задач [1], что позволяет включить в учебные занятия геометрического компонента тестовые задания, которые ставят учащегося в практическую ситуацию, требующую исследования, поиска информации для её решения.

Задание 2. Определите взаимное расположение слотов для установки оперативной памяти компьютера и разъёмов PCI материнской платы:

- а) перпендикулярны;
- б) параллельны.

Ответ: а) перпендикулярны.

Задание 3. Определите взаимное расположение пластин оперативной памяти компьютера, установленных в слотах его материнской платы:

- а) перпендикулярны;
- б) параллельны.

Ответ: б) параллельны.

Задание 4. Назовите форму фотобарабана лазерного принтера, с которого тонер переносится на бумагу:

- а) усечённый конус;
- б) цилиндр;
- в) шар;
- г) конус.

Ответ: б) цилиндр.

Задание 5. Назовите форму управляющего элемента в корпусе трекбола, с помощью которого перемещается курсор или поворачивается объект на экране монитора:

- а) сфера;
- б) цилиндр;
- в) шар;
- г) конус.

Ответ: в) шар.

В процессе выполнения указанных заданий формируется компетенция осуществления анализа объектов с выделением существенных и несущественных признаков, развивается профессиональное мировоззрение.

Профилизация алгебраического компонента может быть продолжена при изучении темы «Показательная функция». Например, стоит обратить внимание обучающихся на исторические аспекты развития электронно-вычислительной техники и заметить, что рост разрядности шин компьютерных плат представляет собой показательную функцию.

Задание 6. Видеокарта имеет N -разрядную шину. Последовательность выхода плат с различными шинами можно представить показательной функцией $N(x)=2^x$, где x – натуральное число, $x \geq 3$. Установите последовательность увеличения разрядности шин видеокарт до настоящего времени.

Решение.

При $x=3$ $N(3)=2^3=8$, то есть разрядность первой шины была 8 бит; при $x=4$ $N(4)=2^4=16$ была выпущена плата с 16-разрядной шиной; при $x=5$ $N(5)=2^5=32$ была выпущена плата с 32-разрядной шиной; при $x=6$ $N(6)=2^6=64$ была выпущена плата с 64-разрядной шиной; при $x=7$ $N(7)=2^7=128$ была выпущена плата со 128-разрядной шиной; при $x=8$ $N(8)=2^8=256$ была выпущена плата с 256-разрядной шиной; при $x=9$ $N(9)=2^9=512$ уже выпущена плата с 512-разрядной шиной, т.д.

Задание 7. Видеокарта имеет N -разрядную шину. Последовательность выхода плат с различными шинами можно представить показательной функцией $N(x)=2^x$, где x – натуральное число, $x \geq 3$. Определите, чему равен аргумент этой функции для 128-разрядной шины?

Решение.

Необходимо найти аргумент, соответствующий заданному значению функции. Значение функции – 128. Составим и решим уравнение:

$$2^x = 128;$$

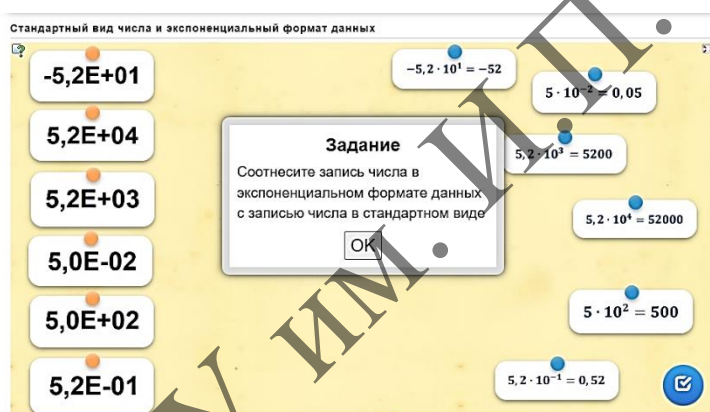
$$2^x = 2^7;$$

Так как функция $N(x)=2^x$ возрастает на всей области определения, то $x=7$.

Ответ: 7.

Решение профессионально ориентированных задач демонстрирует связь математики с предметами профессионального компонента и формирует умение проводить сравнение по заданным критериям, точно обосновывать способ выбора деятельности.

(а)



(б)



(а) – экран задания 8; (б) – QR-код задания 8

Рисунок 2 – Стандартный вид числа и экспоненциальный формат данных

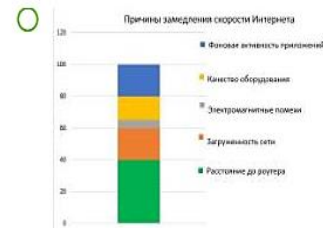
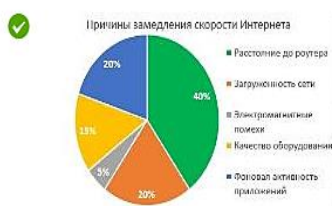
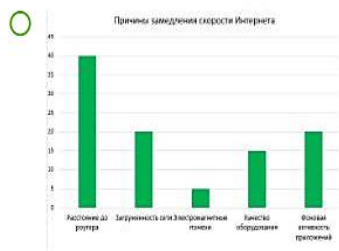
К основным видам выполняемых оператором ЭВМ работ относится ведение информационных баз данных [1]. При освоении данного учебного материала учащиеся сталкиваются с понятием «формат данных». Была реализована отработка взаимосвязи стандартного вида числа в математике и экспоненциального формата данных приложений Microsoft Office с помощью возможностей онлайн сервиса LearningApps.org, что позволило сочетать групповое обучение в учебном кабинете с индивидуальным онлайн обучением с помощью заданий, разработанных с использованием цифровой платформы.

Задание 8. Стандартный вид числа и экспоненциальный формат данных
<https://learningapps.org/watch?v=ptht86mjk25>

Согласно требованиям к результатам освоения содержания образовательных программ профессионально-технического образования оператор ЭВМ должен владеть методикой создания и обработки текстовой и табличной информации [1], в частности уметь представлять табличные данные в виде графиков и диаграмм средствами MicroSoft Office. Практическому построению диаграмм предшествует умение их читать и анализировать, что позволит подбирать нужный тип диаграммы в зависимости от цели иллюстрации данных. При профилизации учебного предмета «Математика» с помощью онлайн сервиса Onlinetestpad.com был разработан образовательный тест по этой теме, в котором применены задания, использующие профессионально ориентированные данные.

(а)

По одним и тем же данным созданы три диаграммы. По какой из них проще ответить на вопрос: "Какая причина замедления скорости Интернета зафиксирована в 15% случаев?"



(б)



(а) – фрагмент теста; (б) – QR-код задания 9
Рисунок 3 – Тест «Выбор типа диаграммы»

Закключение. Применение при профилизации математики онлайн сервисов способствует выходу процесса обучения за пределы учебного кабинета, что позволяет каждому учащемуся совершенствовать знания в индивидуальном темпе. Кроме того, такой подход молодому специалисту позволяет максимально раскрыть свои способности, потенциал, почувствовать и осмыслить взаимосвязь математики с будущей профессиональной деятельностью.

Следует отметить, что все вышеизложенные задания были разработаны и апробированы в учебном процессе для учащихся специальности 4-02-0713-01 «Обслуживание и ремонт вычислительных машин» Гомельского государственного автомеханического колледжа в рамках республиканского экспериментального проекта по теме «Разработка и апробация методики профилизации общеобразовательного компонента учебного плана учреждения образования».

Список использованных источников

1. Образовательный стандарт Республики Беларусь «Профессионально-техническое образование. Специальность 4-02-0713-01 «Обслуживание и ремонт вычислительных машин». – Введ. постановлением Мин-ва образ. Респ. Беларусь от 31.10.2022 № 403 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. 27.01.2023, 8/39215.
2. Учебная программа по учебному предмету «Математика» для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания (базовый уровень). – Постановление Мин-ва образ. Респ. Беларусь от 07.07.2023 № 190.

УДК 51-8

Ж.И. Левицкая

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района»

ПАТТЕРНЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ: ВВЕДЕНИЕ В ШАБЛОНЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ ИГРЫ И ЗАДАЧИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

В статье рассматривается важность паттернов и последовательностей в обучении математике на начальном этапе. Понимание этих концепций способствует развитию логического мышления и аналитических навыков у детей. Статья предлагает различные виды игр и заданий, направленных на формирование у детей навыков распознавания и создания паттернов, а также их применения в различных контекстах. Статья служит полезным ресурсом для педагогов, стремящихся улучшить качество обучения математике в начальной школе.

Ключевые слова: паттерн, последовательность, логическое мышление, учащиеся младших классов.

Введение. Понимание паттернов и последовательностей является важной частью математического и логического мышления, особенно у учащихся младших классов. Эти концепции не только развивают умение решать задачи, но и способствуют формированию аналитических навыков. В данной статье будет раскрыта суть паттернов и последовательностей, а также будет предложено множество игровых и задачных подходов для обучения детей в начальной школе. Введение в шаблоны и последовательности осуществляется через игровые методы и практические задачи, что делает процесс обучения более увлекательным и доступным для учеников. Обсуждаются примеры успешного использования этих методов на уроках математики, а также предлагаются рекомендации для учителей по интеграции игр в учебный процесс.

Основная часть. Что такое паттерн? Паттерн, или шаблон, – это повторяющаяся структура или последовательность, которая может проявляться в различных формах. Например, в математике паттерны часто представляют собой числовые последовательности, как, например, четные и нечетные числа. В природе паттерны могут быть замечены в структуре листьев, цветков и даже в периодах поведения животных. Понимание паттернов помогает детям развивать оба типа мышления: как логическое, так и креативное [2].

Паттерны являются неотъемлемой частью понимания множества концепций, от математики до искусства. Они учат детей предсказывать события, строить связи и развивать критическое мышление. Использование паттернов в образовательных процессах позволяет установить связи между различными областями знаний, а также способствует развитию навыков решения задач. Это тоже помогает детям учиться выявлять закономерности в окружающем мире.

Дадим определение последовательностей. Последовательность – это упорядоченный набор чисел или объектов, в котором каждое последующее значение связано с предыдущими. Примером последовательности может служить арифметическая последовательность, где каждое следующее число получается путем добавления постоянного значения, например, 2, 4, 6, 8 и т. д.

Изучение последовательностей помогает детям понять концепты, такие как время, порядок и количественные изменения. Это также способствует формированию умения анализировать данные и выявлять тенденции. Применение последовательностей в различных областях от математики до программирования становится всё более актуальным.

Большое значение имеют игровые активности для изучения паттернов. Игры предоставляют уникальную возможность для более глубокого понимания паттернов. Вот несколько примеров игр, которые помогут ученикам начальных классов понять паттерны и закономерности в математике.

Один из простых способов – создание визуальных паттернов при помощи строительных блоков, цветов или форм. Например, дети могут составлять различные фигуры, в которых повторяются цвета и формы. Это не только увлекательно, но и помогает развить тактильные навыки.

Следующей игрой может стать «Лотерея с паттернами», где учитель показывает ряд карточек с различными изображениями, а дети должны определить, какой элемент должен следовать дальше, основываясь на установленном паттерне. Эта игра развивает наблюдательность и критическое мышление.

«Математический домино», игроки должны соединять домино так, чтобы сумма чисел на соединяемых половинках соответствовала заданному числу.

«Кубики с числами», учащиеся дают кубики с числами и предлагают их построить последовательности, например: 1-2-3-4 или 2-4-6. Можно также просить их создать свои собственные последовательности и объяснить их.

Игра "Собери паттерн", на столе разложены различные предметы (игрушки, картинки). Ученикам нужно собрать определенный паттерн и объяснить свой выбор.

Секретные последовательности, один ученик загадывает последовательность чисел по определенному правилу (например, умножение на 3), а остальные игроки должны угадать правило, задавая вопросы о числах.

Эти игры не только развлекают детей, но и помогают им развивать логическое мышление и понимание математических закономерностей.

Использование задач для проверки понимания последовательностей может быть реализовано через математические головоломки. Например, учитель может предложить детям решить задачу, где нужно дополнить последовательность чисел: 5, 10, 15, ?, ?. Здесь дети должны выявить закономерность и продолжить ряд.

Другим примером может быть задача, связанная с временем, например, последовательность дней недели. Дети должны назвать день, следующий за заданным, что также развивает их понимание структурированного порядка.

Приведем примеры задач для проверки понимания последовательностей и паттернов на уроке математики в начальных классах:

- Чередование цвета

Задача. На картинке изображены цветные кружки: красный, синий, красный, синий, __, __. Какие цвета должны быть на местах пропусков?

Ответ: красный и синий (правило: чередование цветов).

- Геометрические фигуры

Задача. На рисунке изображены фигуры: круг, квадрат, треугольник, круг, квадрат, __. Какой фигуры не хватает?

Ответ: треугольник (правило: повторение трех фигур).

- Сложение и вычитание

Задача. Заполни пропуски в последовательности: 5, 10, __, 20, __. Какое правило используется в этой последовательности?

Ответ: 15 и 25 (правило: каждое следующее число увеличивается на 5).

- Математический паттерн

Задача. В последовательности: 1, 3, 5, 7, __, __. Найдите два следующих числа.

Ответ: 9 и 11 (правило: каждое следующее число увеличивается на 2).

- Секретный код

Задача. Каждой букве алфавита соответствует число (А=1, Б=2 и т.д.). Какое число соответствует слову "Кот"?

Ответ: К=11, О=15, Т=20 (сумма чисел: $11 + 15 + 20 = 46$).

- Фигуры и цвета

Задача. На рисунке изображены фигуры: красный круг, синий квадрат, красный круг, синий квадрат, _____. Какой фигуры не хватает?

Ответ: красный круг (правило: чередование красного круга и синего квадрата).

- Определи правило

Задача. В последовательности чисел 10, 20, 30, ___, ___, определите правило и найдите два следующих числа.

Ответ: 40 и 50 (правило: каждое следующее число увеличивается на 10).

- Сложные паттерны

Задача. В последовательности фигур: треугольник, квадрат, треугольник, квадрат, круг. Какой фигуры не хватает после круга?

Ответ: треугольник (правило: чередование треугольника и квадрата с добавлением круга).

Эти задачи помогут ученикам закрепить знания о последовательностях и паттернах, а также развить логическое мышление.

Важно отметить, что паттерны и последовательности могут быть успешно интегрированы не только в математику, но и в другие предметы. Например, на уроках изобразительного искусства можно анализировать паттерны в искусстве, изучая повторяющиеся темы и стили. Это сочетание различных дисциплин помогает детям понимать, что паттерны и последовательности занимают центральное место в каждом аспекте жизни.

Проектная деятельность может стать эффективным инструментом для глубокого изучения паттернов и последовательностей у учащихся начальных классов по нескольким причинам. Она позволяет ученикам применять теоретические знания на практике. Например, они могут создавать свои собственные последовательности чисел или фигур, что помогает лучше понять концепцию паттернов. Проекты часто включают в себя групповые задания, что способствует взаимодействию между учениками. Это позволяет им обсуждать и объяснять друг другу свои идеи о паттернах и последовательностях, что углубляет понимание материала. Проектная деятельность может включать в себя различные формы обучения: визуальные (рисунки, схемы), аудиальные (презентации, обсуждения) и кинестетические (игры, практические задания). Это помогает учитывать разные стили обучения учащихся. Работа над проектом требует от учеников анализа, планирования и оценки своих решений. Это развивает критическое мышление и помогает им лучше понимать, как работают паттерны и последовательности. Приведём примеры проектной деятельности:

- создание математического журнала: ученики могут создать журнал, в котором будут записывать различные паттерны и последовательности, которые они находят в природе, искусстве или повседневной жизни. Это может включать фотографии, рисунки и описания;
- паттерны в искусстве: проект может заключаться в создании коллажа или мозаики, основанной на геометрических паттернах. Ученики могут изучить различные виды паттернов и использовать их в своих работах;
- исследование числовых последовательностей: ученики могут работать над проектом, в котором они исследуют различные числовые последовательности (например, Фибоначчи) и создают презентацию о том, где они встречаются в природе или искусстве.

Включение проектной деятельности в учебный процесс делает изучение математики более увлекательным и значимым для учащихся, помогая им глубже понять концепции паттернов и последовательностей [1].

Заключение. Изучение паттернов и последовательностей – это ключевое направление в образовании, позволяющее детям развивать как аналитические, так и креативные навыки. Через игры и задачи в начальной школе можно эффективно вовлечь учащихся в процесс обучения, сделав его интересным и увлекательным. Эти концепции не только помогают справляться с математическими задачами, но и готовят детей к будущим вызовам в различных областях знаний. Понимание паттернов и последовательностей открывает двери к новым уровням мышления и познания, которые будут полезны на протяжении всей их жизни.

Список использованных источников

1. Кузнецова, Н.А. Методика преподавания математики в начальной школе: книга для учителя / Н.А. Кузнецова, А.Ю. Кознецова. – М. : Просвещение, 2015. – 195 с.
2. Смирнова, Е.А. Развитие логического мышления у младших школьников через изучение паттернов / Е.А. Смирнова // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 5. – С. 22–27.

**ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКО-ПАТРИОТИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У УЧАЩИХСЯ
НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

В статье представлен опыт работы по формированию гражданско-патриотических качеств учащихся на уроках математики. Автор описывает примеры практических заданий, которые успешно использует на своих уроках.

Ключевые слова: гражданско-патриотические качества, исторический экскурс, практические задания.

Введение. Гражданское и патриотическое воспитание является одной из важнейших задач современной школы. Перед каждым учителем стоит задача – воспитывать любовь к Родине, малой родине, активную жизненную позицию, уважение к людям, к их труду. Формирование таких качеств личности учащегося осуществляется на протяжении всего учебного процесса.

При обучении математике основными направлениями, которые способствуют патриотическому воспитанию обучающихся, является использование историко-математических материалов; проведение нестандартных уроков; использование занимательного материала; решение математических задач прикладного и практико-ориентированного характера и идейной направленности; внеклассная работа.

При подборе дидактического материала к учебному занятию большое внимание необходимо уделять таким заданиям, которые способствуют формированию у учащихся патриотизма и национального самосознания, чувства гордости за свою страну и малую родину, информационной, экологической культуры. В качестве подобных заданий и упражнений можно решать текстовые задачи, содержание которых отражает факты отечественной истории, национальной культуры, достижения белорусской науки, экономики и спорта. Большое значение имеет решение не только предложенных учителем задач, а также задач, составленных самими учащимися, содержание которых основывается на исторических фактах, данных, связанных с историей нашей страны и, в частности, нашего родного города. Систематическое использование данного материала воспитывает у учащихся патриотические чувства, не оставляя их равнодушными к проблемам малой родины, формирует активную жизненную позицию.

Использование заданий с историческим содержанием возможно на различных этапах урока. Например, на этапе сообщения темы урока можно предложить учащимся сформулировать тему урока с помощью ребуса, содержащего достопримечательности нашей страны.

На этапе проверки домашнего задания можно связать полученные числовые значения с фактами о родном городе, области, Республике Беларусь. Например, при решении задачи учащиеся получили число 80, то есть самое большое по площади озеро нашей страны – Нарочь ($\approx 80 \text{ км}^2$); либо при решении уравнения $(x - 11,25) + 13,2 = 876,95$, учащиеся, найдя его корни, узнают, сколько дней длилась оккупация немецко-фашистскими захватчиками города Мозыря, при решении примера по действиям $(24,6 \cdot 3,2 - 110,87 \cdot 0,5) \cdot 8 - 170,18$ получив ответ и округлив его до целой части, учащиеся узнают, в каком веке впервые упоминается Свято-Михайловская церковь.

Другим способом применения исторического материала на уроках математики являются текстовые задачи, содержащие исторический материал о Беларуси или о родном городе.

Например, при изучении темы «Проценты» в 6 классе предлагается решить следующую задачу. Население города Мозыря на 1 января 2025 г. года составляет 104517 человек. 85 % составляют белорусы, 10 % – русские, украинцы – 3,4 %. Сколько составляют поляки и граждане другой национальности, проживающие на территории Мозырского района?

При изучении темы «Сложение и вычитание десятичных дробей» учащимся можно предложить решить следующую задачу: Для возведения Кургана Славы 3 грузовика перевозили бетон. Второй грузовик перевез 21,4 т бетона, третий на 54 т больше второго, а первый в 3 раза больше, чем второй грузовик. Сколько бетона понадобилось для строительства Кургана Славы?

С севера на юг Республика Беларусь простирается на 560 км, а с запада на восток – на 650 км. На сколько километров больше протяженность республики с запада на восток, чем с севера на юг?

Решая такие задачи, учащиеся все больше узнают информации о территории и населении, о количестве административных единиц, водоемов, учреждений образования, вузов, библиотек, музеев, театров, спортивных сооружений, историко-культурных памятников нашей страны в целом и, в частности, своего родного города.

При проведении фронтального опроса, который состоит из нескольких теоретических вопросов, отвечая на которые учащиеся открывают часть фотографии с изображением архитектурного сооружения, памятника, изображенного на слайде презентации. После чего сообщаются некоторые исторические факты об этом объекте. Такие задания всегда вызывают большой интерес у учащихся, они с нетерпением ждут, что же они сегодня «посетят».

На этапе устного счета можно использовать математическое лото, анаграммы в виде примеров, разгадав которые, учащиеся смогут узнать зашифрованное слово, связанное с какими-то историческими данными. Например, слово Кимборовка (район Пивзорова) место, поселение, с которого и началось строительство в XI в. г. Мозыря.

На этапе изучения нового материала, закрепления изученного материала, на уроке обобщения изученного материала можно двумя способами применять задания с историческим содержанием. Одно из них – это использование числовых значений, полученных при решении различных заданий. Например, в 5-м классе при выполнении примеров по действиям получается число 1155 (год первого упоминания о Мозыре), XVI (век, первое упоминание о Свято-Михайловской церкви); при решении уравнений получаются числа 761 (км) и 250 (м) – это соответственно длина реки Припять и наибольшая ширина реки Припять.

На этапе контроля изученного материала можно использовать тесты с ответами (зашифрованными буквами), из которых получается слово. Например, при обобщении темы «Четырехугольники» учащимся можно предложить следующий тест, выполнив который и записав полученные буквы они отгадают зашифрованное слово.

1. У какого параллелограмма диагонали перпендикулярны?
л) прямоугольник; м) трапеция; к) ромб; р) нет верного ответа.
2. У какого четырехугольника противоположные стороны параллельны?
а) трапеция; б) ромб; о) параллелограмм; с) нет верного ответа.
3. У какого параллелограмма все углы прямые?
в) ромб; с) прямоугольник; б) трапеция; в) нет верного ответа.
4. У каких четырехугольников противоположные углы равны?
т) ромб; а) квадрат; е) параллелограмм; р) нет верного ответа.
5. У каких четырехугольников все углы прямые
р) ромб и квадрат; л) квадрат и прямоугольник; о) параллелограмм и квадрат; с) нет верного ответа.

В результате ответов получается слово КОСТЕЛ, после чего осуществляется небольшой исторический экскурс по данному объекту.

На этапе подведения итогов урока и рефлексии у учащихся можно узнать не только чему научились на уроке, какие знания, умения и навыки приобрели, а также можно выяснить какие новые факты узнали о родном крае.

Использование в учебном процессе исторического материала описанными способами способствует патриотическому воспитанию подрастающего поколения, вызывает интерес к истории малой родины, её богатым традициям, повышает качество знаний учащихся по учебному предмету «математика», а урок математики становится не просто уроком, на котором нужно решать, вычислять, запоминать непонятные формулы и другие математические термины, а и уроком формирования учащегося как личности.

УДК 378.147

Н.Г. Лопухова

Военная академия Республики Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОДУЛЬНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ

В статье описан опыт преподавания фундаментальной учебной дисциплины в вузе с применением элементов модульного метода обучения.

Ключевые слова: бесконспектная форма лекции; математический диктант; опорный конспект; модульный метод.

Введение. Модуль учебных дисциплин «Высшая математика», осваиваемый курсантами Военной академии Республики Беларусь, содержит дисциплины, являющиеся фундаментальными среди общенаучных дисциплин для военных специальностей. Фундаментальность учебных дисциплин определяет цели овладения ими. В общекультурном, мировоззренческом аспекте математическая подготовка способствует осознанию курсантами интегративной роли математики в системе военных учебных дисциплин. Специальные же цели, определяемые требованием профессиональной направленности математического образования в военном вузе, предусматривают:

- обеспечение математическим аппаратом для изучения специальных дисциплин и профессиональной деятельности в будущем;
- развитие мышления и формирование профессионально значимых приемов умственной деятельности;
- мотивационно-психологическую и методологическую подготовку к непрерывному самообразованию в течение всей сознательной жизни.

Желаемый уровень достижения поставленных целей математического образования в вузе определяет поиск и применение различных приемов и методов взаимодействия обучающихся и преподавателя.

Преподавание учебной дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» (модуль «Высшая математика»), содержащей два раздела «Основы функционального анализа и теории функций» и

«Теория вероятностей и математическая статистика», в 2024–2025 учебном году на втором курсе ВА РБ, факультет противовоздушной обороны, было осуществлено следующим образом.

С целью повышения результативности лекционных занятий по учебной дисциплине лекции проводились в бесконспектной форме. Для реализации данной формы лекционных занятий каждый обучающийся заранее (на предыдущей лекции) получал печатный вариант конспекта лекции для первичного ознакомления с учебным материалом, а сама лекция проводилась в форме беседы преподавателя с обучающимися с параллельным обращением к тексту печатного варианта, содержащего весь лекционный материал в последовательном изложении, кроме примеров и доказательств утверждений. Примеры и доказательства утверждений записывались обучающимися в отдельную тетрадь, со всеми акцентами, отмеченными преподавателем [1].

Применение бесконспектной формы лекции позволило:

- приводить доказательства теорем и основных свойств, тем самым способствуя формированию благоприятных условий для развития психических процессов и мышления курсантов;
- повысить фактический уровень понимания учебного материала на занятии и, как следствие, способствовать появлению желания думать, мыслить, делать выводы;
- рассмотреть достаточно большое количество примеров, иллюстрирующих теоретический материал, и примеров непосредственного применения теории при решении практических заданий;
- противодействуя дисбалансу клипового и понятийного мышления в целях повышения уровня второго, развивать навык осмысленного чтения учебного материала, способность к восприятию однородной информации в течение длительного времени;
- оперативно осуществлять обратную связь с аудиторией [2].

Для полного и глубокого овладения курсантами учебным материалом каждой из трех тем первого раздела (ряды Фурье, интеграл Фурье; элементы теории функций комплексной переменной; операционное исчисление) и семи тем второго раздела (случайные события; случайные величины; системы случайных величин; функции случайных величин; предельные теоремы; случайные процессы; элементы математической статистики) на практических занятиях были реализованы следующие виды работ:

- математический диктант по основным понятиям и утверждениям темы;
- разбор, анализ, составление опорных конспектов по теме;
- письменная самостоятельная работа.

Математические диктанты проводились:

- в начале практического занятия после объявления темы занятия либо после фронтального теоретического опроса;
- в зависимости от объема материала, выносимого на диктант, а также от подготовки курсантов к данному занятию и от общего уровня подготовки курсантов академической группы (на усмотрение преподавателя):
 - для всей группы или для подгруппы;
 - письменно или устно;
 - с правом или без права пользоваться конспектом лекций.

Опорный конспект по теме представлял собой обобщение и предельное сжатие теоретических сведений посредством алгоритмов, формул, таблиц, схем и др. Текст конспекта:

- перед решением задач по теме занятия выдавался курсантам:
 - в печатном виде (на бумажном носителе) в начале практического занятия;
 - в электронном виде для самостоятельного распечатывания к практическому занятию;
- после решения задач по теме занятия составлялся курсантами самостоятельно или под руководством преподавателя как результат работы над набором необходимых и значимых понятий и инструментов для применения на практике.

Математический диктант и опорный конспект способствовали вооружению курсантов всем необходимым для предстоящей работы – основного этапа практического занятия – решения задач и упражнений по теме практического занятия. В ходе основного этапа практического занятия курсантами активно использовались и лекционный материал, и содержание опорного конспекта.

Письменная самостоятельная работа проводилась на практическом занятии в течение 10–15 минут после этапа проверки заданий для самоподготовки по материалу предыдущего практического занятия.

Отметим, что при выполнении письменных самостоятельных работ, а также при выполнении письменных работ, предусмотренных учебной программой:

- итоговых письменных работ по темам;
- контрольной работы;
- расчетно-графической работы;
- лабораторным работам,

курсантам было предоставлено право использовать и лекционный материал, и содержание опорного конспекта по своему усмотрению.

Отметками в академическом журнале группы фиксировался уровень результатов следующих видов промежуточного контроля (о виде и способе контроля, о времени его проведения, о содержании выносимых для контроля вопросов курсанты уведомлялись заранее):

- математические диктанты;
- письменные самостоятельные работы;
- итоговые письменные работы по темам;
- расчетно-графическая работа;
- контрольная работа;
- письменные отчеты по лабораторным занятиям.

В случае неудовлетворительного для курсанта написания математического диктанта или выполнения той или иной письменной работы или в случае отсутствия курсанта при проведении контроля курсант по желанию пересдавал данный промежуточный вид контроля в часы, отводимые для самоподготовки.

Среднее арифметическое взвешенное набора отметок, полученных курсантом при прохождении каждого из видов контроля по темам раздела, с применением весов, информация о значениях которых была доведена до курсантов в начале семестра, являлось отметкой уровня освоения курсантом содержания раздела.

К моменту итогового контроля – к экзамену – курсант подходил с набором полученных отметок по каждому из изученных разделов программы учебной дисциплины. Среднее арифметическое значение этих отметок и определяло предварительный уровень освоения курсантом всего содержания учебной дисциплины. Предварительный уровень освоения, так называемый курсантами «автомат», являлся нижней границей для отметки получаемой курсантом на экзамене.

Использование элементов модульного метода обучения позволило:

– **преподавателю:**

- мотивировать курсантов на систематическую работу по освоению дисциплины;
- организовать и активизировать учебную работу курсантов в течение семестра;
- осуществлять текущий контроль работы каждого курсанта в течение семестра;
- учитывать индивидуальные особенности курсантов;
- подвести предварительный итог по освоению курса каждым курсантом;

– **курсанту:**

- организовать пошаговую качественную подготовку к экзамену в течение семестра;
- влиять на уровень отметки по каждому из разделов и в целом на предварительный уровень освоения;
- увереннее чувствовать себя на экзамене.

Применение описанной системы организации и осуществления процесса обучения способствовало созданию у курсанта фундаментальных знаний, умений и навыков, необходимой базы, определяющей уровень овладения им спектром учебных дисциплин, связанных непосредственно с его будущей военной специальностью, а также развитию у курсанта навыка самостоятельно двигаться к знанию, закреплению желания, потребности учиться, познавать.

В заключении отметим, что описанный выше педагогический опыт может быть полезен не только при преподавании учебных дисциплин модуля «Высшая математика», но и при преподавании в вузе других фундаментальных дисциплин.

Список использованных источников

1. Шамукова, Н.В. Применение технологии «бесконспектная лекция» как средство повышения результативности лекции / Н.В. Шамукова, Н.Г. Лопухова // Вестник военной академии Республики Беларусь. – 2023. – №2(79). – С. 99–103.
2. Лопухова, Н.Г. К вопросу об организации и проведении учебных занятий по высшей математике // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 29 марта 2024 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: И.Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2024. – С. 66–67.

УДК 004.94

А.В. Макаревич, Е.Ю. Цырулик

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ СВЯЗАННЫХ ПРУЖИННЫХ МАЯТНИКОВ

Представлен вывод системы дифференциальных уравнений для математического описания свободных колебаний связанных между собой горизонтально расположенных пружинных маятников. С использованием полученных уравнений представлены результаты компьютерного моделирования колебаний рассматриваемых объектов с построением фазовых траекторий их движения.

Ключевые слова: пружинный маятник, колебательная система, компьютерное моделирование, численный анализ, фазовая диаграмма.

Введение. В литературе при рассмотрении колебательных систем, как правило, внимание уделяется обособленным математическому, пружинному и физическому маятникам (см., например, [1; 2]). Колебания указанных маятников являются достаточно простыми и глубоко изученными как с точки зрения физической интерпретации, так и математического описания. Однако при рассмотрении колебаний связанных между собой тел, траектории их движения становятся уже далеко неочевидными и значительно усложняются при увеличении числа участвующих в колебательном процессе объектов. В этом случае для анализа колебаний рациональным является использование инструментов компьютерного моделирования, поскольку при этом рассматриваемый процесс может быть реализован в динамике, что позволит наблюдателю глубже понять физику происходящих явлений и выявить основные факторы, влияющие на колебательную систему.

В качестве конкретного примера рассмотрим моделирование свободных колебаний связанных между собой пружинных маятников с приведением методики получения необходимых математических уравнений. При этом отметим, что свободными называются такие колебания, которые происходят в системе, предоставленной самой себе, после того, как она была выведена из положения равновесия. Колебания в этом случае происходят только под действием внутренних сил системы [3; 4].

Рассмотрим горизонтально расположенную систему, состоящую из пяти тел массами $m_1, m_2, \dots, m_5$, соединенных между собой шестью невесомыми пружинами с жесткостями $k_1, k_2, \dots, k_6$ (рисунок 1). Будем считать, что для предотвращения провисания системы через грузы и пружины просажен жесткий стержень, закрепленный между двумя неподвижными опорами, по которому перечисленные тела могут скользить без трения.

Предположим, что в начальный момент времени грузы сдвинуты относительно своих положений устойчивого равновесия $O_1, O_2, \dots, O_5$ в положения $O'_1, O'_2, \dots, O'_5$. Векторы перемещений тел на данном рисунке показаны как $\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_5$, а абсолютные удлинения и сжатия пружин отмечены как $\Delta l_1, \Delta l_2, \dots, \Delta l_5$. На тела со стороны каждой из деформированных пружин будут действовать силы упругости $\vec{F}_{11}, \vec{F}_{12}, \dots, \vec{F}_{56}$. При этом первый индекс при векторе $\vec{F}$ показывает, на какой груз действует эта сила, а второй – со стороны какой пружины она приложена (например, $\vec{F}_{12}$ – сила упругости, действующая на груз массой m_1 со стороны пружины жесткостью k_2 и т.д.). Во избежание нагромождений на этом рисунке силы упругости, приложенные к телам, показаны сверху них.

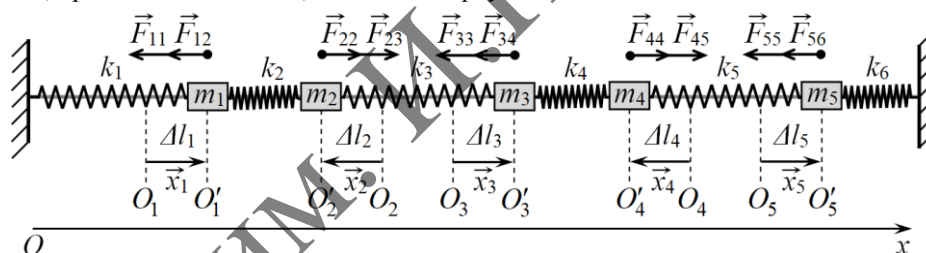


Рисунок 1 – Колебательная система, состоящая из связанных пружинных маятников

Запишем второй закон Ньютона для каждого груза:

$$\begin{aligned} 1: \vec{F}_{11} + \vec{F}_{12} &= m_1 \vec{a}_1, \\ 2: \vec{F}_{22} + \vec{F}_{23} &= m_2 \vec{a}_2, \\ 3: \vec{F}_{33} + \vec{F}_{34} &= m_3 \vec{a}_3, \\ 4: \vec{F}_{44} + \vec{F}_{45} &= m_4 \vec{a}_4, \\ 5: \vec{F}_{55} + \vec{F}_{56} &= m_5 \vec{a}_5, \end{aligned}$$

где $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_5$ – векторы ускорений грузов.

Спроецировав полученные векторные уравнения на ось Ox (рисунок 1), получим:

$$\begin{aligned} -F_{11} - F_{12} &= m_1 a_{1x}, \\ F_{22} + F_{23} &= m_2 a_{2x}, \\ -F_{33} - F_{34} &= m_3 a_{3x}, \\ F_{44} + F_{45} &= m_4 a_{4x}, \\ -F_{55} - F_{56} &= m_5 a_{5x}. \end{aligned}$$

Поскольку согласно закону Гука сила упругости, возникающая при деформации пружины, прямо пропорциональна величине ее абсолютного удлинения или сжатия, то есть $F_{\text{упр.}} = k\Delta l$, то из последних уравнений будем иметь:

$$\begin{aligned} -k_1\Delta l_1 - k_2(\Delta l_1 + \Delta l_2) &= m_1 a_{1x}, \\ k_2(\Delta l_1 + \Delta l_2) + k_3(\Delta l_2 + \Delta l_3) &= m_2 a_{2x}, \\ -k_3(\Delta l_2 + \Delta l_3) - k_4(\Delta l_3 + \Delta l_4) &= m_3 a_{3x}, \\ k_4(\Delta l_3 + \Delta l_4) + k_5(\Delta l_4 + \Delta l_5) &= m_4 a_{4x}, \\ -k_5(\Delta l_4 + \Delta l_5) - k_6\Delta l_5 &= m_5 a_{5x}. \end{aligned}$$

С учетом того, что (также см. рисунок 1)

$$\Delta l_1 = x_1, \Delta l_2 = -x_2, \Delta l_3 = x_3, \Delta l_4 = -x_4 \text{ и } \Delta l_5 = x_5,$$

перепишем полученные уравнения следующим образом

$$\begin{aligned} -k_1x_1 - k_2(x_1 - x_2) &= m_1 a_{1x}, \\ k_2(x_1 - x_2) + k_3(x_3 - x_2) &= m_2 a_{2x}, \\ -k_3(x_3 - x_2) - k_4(x_3 - x_4) &= m_3 a_{3x}, \\ k_4(x_3 - x_4) + k_5(x_5 - x_4) &= m_4 a_{4x}, \\ -k_5(x_5 - x_4) - k_6x_5 &= m_5 a_{5x}. \end{aligned}$$

Тогда рабочая система дифференциальных уравнений может быть представлена следующим образом

$$\begin{cases} \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{1}{m_1} [-k_1x_1 - k_2(x_1 - x_2)], \\ \frac{d^2 x_2}{dt^2} = \frac{1}{m_2} [k_2(x_1 - x_2) + k_3(x_3 - x_2)], \\ \frac{d^2 x_3}{dt^2} = \frac{1}{m_3} [-k_3(x_3 - x_2) - k_4(x_3 - x_4)], \\ \frac{d^2 x_4}{dt^2} = \frac{1}{m_4} [k_4(x_3 - x_4) + k_5(x_5 - x_4)], \\ \frac{d^2 x_5}{dt^2} = \frac{1}{m_5} [-k_5(x_5 - x_4) - k_6x_5]. \end{cases}$$

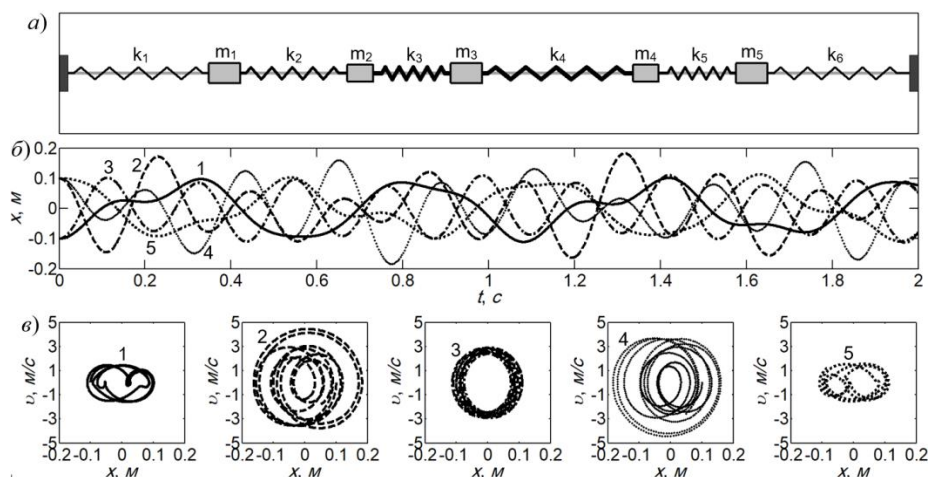
Начальные условия имеют вид

$$\begin{aligned} v_{1x}(0) &= v_{01x}, \quad v_{2x}(0) = v_{02x}, \quad \dots, \quad v_{5x}(0) = v_{05x}, \\ x_1(0) &= x_{01}, \quad x_2(0) = x_{02}, \quad \dots, \quad x_5(0) = x_{05}. \end{aligned}$$

Здесь v_{0ix} и x_{0i} – соответственно начальные значения проекций скоростей тел на ось Ox и их координат, где $i = \overline{1, 5}$.

В результате использования полученной системы дифференциальных уравнений была разработана компьютерная программа, позволяющая в динамике визуализировать колебания рассматриваемой системы. Результаты работы программы для колебания грузов в течение промежутка времени $\Delta t = 2$ с представлены на рисунке 2. Здесь на фрагменте 2,а показано положение самой колебательной системы в конечный момент времени, на фрагменте 2,б приведены зависимости изменения координаты x каждого груза относительно положения его устойчивого равновесия от времени t , а на фрагменте 2,в изображены фазовые траектории движения грузов (зависимости $x(v)$). На фрагментах 2,б и 2,в указанные зависимости для грузов массами $m_1, m_2, \dots, m_5$ отмечены соответственно цифрами 1, 2, ..., 5.

При численном анализе использованы следующие параметры и начальные условия колебательной системы: $k_1 = k_6 = 20$ Н/м, $k_2 = k_5 = 40$ Н/м, $k_3 = k_4 = 60$ Н/м; $m_1 = m_3 = m_5 = 0,3$ кг, $m_2 = m_4 = 0,2$ кг; $v_{01} = v_{02} = v_{03} = v_{04} = v_{05} = 0$ м/с; $x_{01} = x_{03} = -0,1$ м, $x_{02} = x_{04} = x_{05} = 0,1$ м.



а – вид колебательной системы в конечный момент времени $t = 2$ с;
б – зависимости $x(t)$ для каждого из грузов, в – фазовые траектории движения грузов
Рисунок 2 – Результаты выполнения разработанной компьютерной программы

Как видно из фрагментов 2,б и 2,в, более легкие тела массами m_2 и m_4 , обладающие меньшей инертностью по сравнению с грузами m_1 , m_3 , m_5 и заключенные соответственно между более жесткими пружинами k_2 и k_3 , а также k_4 и k_5 имеют очевидно больший размах колебаний в процессе движения рассматриваемой системы. Это обусловлено тем, что из-за их меньшей массы и больших сил упругости, действующих на них, эти тела согласно II закону Ньютона приобретают большие ускорения в некоторые моменты времени, чем объекты m_1 , m_3 и m_5 , обладающие большей массой. При этом инертность более тяжелых грузов массами m_1 , m_3 и m_5 также хорошо просматривается в процессе их движения и, как показал анализ рассматриваемой системы, для увеличения быстроты изменения их координат и скорости с течением времени эти грузы нужно соединять более жесткими пружинами, что также следует из II закона Ньютона.

Таким образом, построение и компьютерная реализация подобных математических моделей дает возможность проанализировать движение исследуемых объектов, входящих в связанную колебательную систему, а также определить основные факторы, определяющие характер движения тел. Кроме того, использование подобных моделей в качестве демонстрационных является целесообразным на занятиях со студентами, специализирующимися на компьютерном моделировании физических процессов и явлений, и может способствовать развитию у студентов представлений о роли компьютерного моделирования в современной физике и его практическом применении.

Список использованных источников

1. Кузнецов, С.И. Физические основы механики : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. – Томск : Изд-во ТПУ, 2006. – 118 с.
2. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики. Механика. Теплота. Молекулярная физика : учеб. пособие : в 3 т. / С.Г. Ландсберг. – 14-е изд. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – Т. 1. – 612 с.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики. Механика, колебания и волны, молекулярная физика : учебник для вузов : в 3 т. / И.В. Савельев. – 20-е изд. – СПб. : Лань, 2025. – Т. 1. – 436 с.
4. Аксенович, Л.А. Физика в средней школе. Теория. Задания. Тесты : учебное пособие для учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования / Л.А. Аксенович, Н.Н. Ракина, К.С. Фарино. – Минск : Аверсэв, 2010. – 1104 с.

УДК 519.2

Т.А. Макаревич

Военная академия Республики Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ПРИ НАХОЖДЕНИИ КОМПОЗИЦИИ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В статье рассматривается нестандартный подход к нахождению закона распределения суммы двух независимых непрерывных случайных величин, связанный с применением характеристических функций, что позволяет использовать привычный для инженеров аппарат преобразования Фурье.

Ключевые слова: композиция законов распределения, свертка плотностей вероятности, характеристическая функция, преобразование Фурье.

Для решения ряда практических задач необходимо знать закон распределения суммы двух независимых непрерывных случайных величин. Как известно, плотность вероятности $f_{\zeta}(z)$ суммы

$\zeta = \xi + \eta$ двух независимых случайных величин ξ и η с плотностями $f_{\xi}(x)$ и $f_{\eta}(y)$ равна свёртке плотностей вероятности слагаемых:

$$f_{\zeta}(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{\xi}(x) f_{\eta}(z-x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} f_{\xi}(z-y) f_{\eta}(y) dy. \quad (1)$$

Практическое определение плотности вероятности суммы двух случайных слагаемых часто бывает удобнее осуществлять путём перехода в равенстве (1) к характеристическим функциям $\varphi(iv)$, связанным с соответствующими плотностями взаимно обратными преобразованиями Фурье:

$$\varphi(iv) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-ivx} dx, \quad f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(iv) e^{ivx} dv.$$

С учётом этого формула (1) принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} f_{\zeta}(z) &= \int_{-\infty}^{\infty} f_{\xi}(x) \left(\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_{\eta}(iv) e^{iv(z-x)} dv \right) dx = \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_{\eta}(iv) \left(\int_{-\infty}^{\infty} f_{\xi}(x) e^{-ivx} dx \right) e^{ivz} dv = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_{\eta}(iv) \varphi_{\xi}(iv) e^{ivz} dv. \end{aligned}$$

Согласно этому выражению плотность вероятности $f_{\zeta}(z)$ суммы двух независимых случайных слагаемых представляет собой обратное преобразование Фурье от произведения их характеристических функций. В соответствии с этим расчёт плотности вероятности $f_{\zeta}(z)$ удобно вести в следующем порядке:

1. По плотностям вероятности $f_{\xi}(x)$ и $f_{\eta}(y)$ слагаемых ξ и η определяются с помощью преобразования Фурье характеристические функции $\varphi_{\xi}(iv)$ и $\varphi_{\eta}(iv)$.
2. По формуле $\varphi_{\zeta}(iv) = \varphi_{\xi}(iv) \varphi_{\eta}(iv)$ определяется характеристическая функция $\varphi_{\zeta}(iv)$ суммы $\zeta = \xi + \eta$.
3. Обратным преобразованием Фурье характеристической функции $\varphi_{\zeta}(iv)$ находится искомая плотность вероятности $f_{\zeta}(z)$.

Во многих случаях все вышеуказанные действия можно осуществлять методами операционного исчисления, избегая непосредственного интегрирования.

Пример. Найти плотность вероятности суммы двух независимых случайных величин ξ и η , распределённых равномерно с плотностями вероятности вида (рисунок 1):

$$f_{\xi}(x) = \begin{cases} \frac{1}{b+a}, & x \in [-a, b], \\ 0, & x \notin [-a, b]; \end{cases} \quad f_{\eta}(y) = \begin{cases} \frac{1}{b}, & y \in [0, b], \\ 0, & y \notin [0, b]. \end{cases}$$

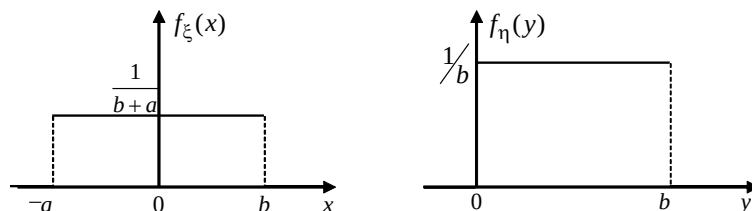


Рисунок 1 – Вид плотностей вероятностей

Решение. Характеристические функции слагаемых равны:

$$\varphi_{\xi}(iv) = \frac{e^{iva} - e^{-ivb}}{iv(b+a)}; \quad \varphi_{\eta}(iv) = \frac{1 - e^{-ivb}}{ivb}.$$

Следовательно, характеристическая функция суммы $\zeta = \xi + \eta$ имеет вид

$$\begin{aligned} \varphi_{\zeta}(iv) &= \frac{(e^{iva} - e^{-ivb})(1 - e^{-ivb})}{(iv)^2 b(b+a)} = \\ &= \frac{1}{b(b+a)} \left[\frac{e^{-2ivb}}{(iv)^2} - \frac{e^{-ivb}}{(iv)^2} - \frac{e^{-iv(b-a)}}{(iv)^2} + \frac{e^{iva}}{(iv)^2} \right] \end{aligned}$$

Так как функции $\phi(z) = z$ соответствует преобразование Фурье $\frac{1}{(iv)^2}$, а умножение на экспоненту с мнимым показателем $e^{\pm ivu}$ соответствует сдвигу функции $\phi(z) = z$ на $\pm u$, то для плотности вероятности суммы равномерно распределённых слагаемых получаем

$$\begin{aligned} f_{\zeta}(z) &= \frac{1}{b(b+a)} ((z-2b)1(z-2b) - (z-b)1(z-b) - \\ &\quad - (z-b+a)1(z-b+a) + (z+a)1(z+a)). \end{aligned}$$

Графическое построение плотности $f_{\zeta}(z)$ по этому выражению иллюстрируется рисунке 2.

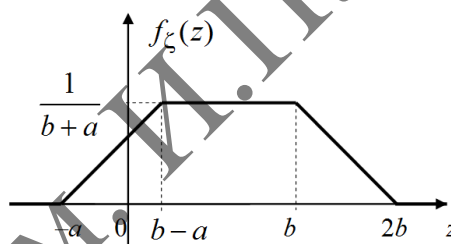


Рисунок 2 – Графическое построение плотности $f_{\zeta}(z)$

Рассмотренный способ построения композиции законов распределения позволяет избежать громоздких расчетов, связанных с непосредственным интегрированием. Кроме того, такой подход является более удобным для инженеров, часто использующих в своих исследованиях аппарат преобразования Фурье.

УДК 372.8

В.С. Маршалова, О.В. Канаш, В.А. Пискун
ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозыря»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ

Статья рассматривает различные методы обучения, включая интерактивное обучение, проектную деятельность и игровые методы, которые помогают школьникам освоить навыки работы с цифровой информацией. Также статья анализирует важность использования современных технологий и инструментов для обучения цифровой грамотности, таких как компьютерные программы, приложения и интернет-ресурсы.

Ключевые слова: информатика, цифровая грамотность, интерактивное обучение, технологии.

Введение. Активизация познавательной деятельности учащихся – актуальная проблема современной педагогической науки. Её актуальность обусловлена поиском и необходимостью разработки оптимальных методических приёмов и средств обучения. Одной из проблем, волнующей учителей является вопрос, как развить у ребенка устойчивый интерес к учебе, к знаниям и потребность в их самостоятельном поиске. Решение этих задач опирается на мотивационно-потребностную сферу ребенка. Поэтому учителю необходимо формировать учебную мотивацию на основе познавательного интереса. Ребенку должна нравиться его деятельность, и она должна быть ему доступна.

За последние несколько лет изменились мотивы изучения предмета. Мотивом для изучения информатики, конечно, в первую очередь выступает интерес к компьютеру. Однако с каждым днем для большинства детей компьютер становится, фактически, бытовым прибором, а вместе с ним теряет и мотивационную силу. Появление очень большого количества программных продуктов снизило стремление учащихся к теоретической информатике. Учитывая, что мотивы учащихся формируются через их потребности и интересы (Потребность – Интерес – Мотив), все усилия учитель должен направить на развитие познавательных интересов учащихся.

Среди возможностей использования информационно-коммуникационных технологий можно выделить:

- Формирование умений работать с информацией, развитие коммуникативных способностей.
- Подготовка личности «информационного общества».
- Возможность дать ребенку так много учебного материала, как только он может усвоить.
- Формирование исследовательских умений, умений принимать оптимальные решения.

Использование компьютера дает учителю возможность вместе с обучающимися получать удовольствие от увлекательного процесса познания и с помощью новейших технологий погрузиться в яркий, красочный мир образования, тем самым повысить мотивацию обучения. На сегодняшний день существует большое количество различных мультимедийных программ демонстрационного характера, электронные учебники и пособия, интерактивная доска, образовательные ресурсы Интернета, электронная справочная литература, тренажеры тестирования, иллюстративный материал на электронных носителях, видео и аудиотехника, интерактивные карты, дистанционные олимпиады, конференции, конкурсы, научно-исследовательские работы и т.д.

Сегодня остается открытым вопрос: «Как же наиболее эффективно использовать потенциальные возможности современных информационно-коммуникационных технологий при обучении информатике учащихся?» Поэтому методическая задача преподавания смещается от того, «как лучше рассказать материал», к тому, «как лучше его показать и смотивировать к самостоятельной деятельности обучающихся».

Среди всего многообразия информационно-коммуникационных технологий хотелось бы выделить:

1. Волна слов | Создавайте лучшие уроки быстрее

Wordwall. Этот сервис для создания интерактивных упражнений очень популярен как среди учителей нашей страны, так и для зарубежных.

Почему учителя по всему миру используют WORDWALL

Wordwall – это онлайн-платформа, предназначенная для создания интерактивных заданий и игр для обучения. Она подходит для учителей, студентов и всех, кто хочет сделать процесс обучения более увлекательным.

После нажатия кнопки "Создать задание" в правом верхнем углу вы попадаете на страницу шаблонов. Здесь вы найдете шаблоны для создания новых заданий, а также в правом верхнем углу кнопку "Мои задания", которая ведет к вашим прошлым заданиям.

Wordwall – это мощный инструмент для создания интерактивного контента, который может значительно улучшить процесс обучения. Начать работать с ним просто, а возможности, которые он предоставляет, почти безграничны. Экспериментируйте с различными форматами заданий, и ваш учебный процесс станет более увлекательным и эффективным!

2. Lumio: Как мы способствуем сотрудничеству в классе.

По своей сути Lumio – это инструмент для создания онлайн-уроков как для работы в школе, так и в режиме синхронного и асинхронного удалённого обучения. Вы можете создавать уроки, интерактивные упражнения и контрольные задания с нуля, используя инструменты, предоставляемые **Lumio**, или вы можете использовать шаблоны, предоставляемые приложением. Кроме того, **Lumio** позволяет импортировать слайды Google, PDF-файлы, слайды PowerPoint и другие файлы для создания собственных онлайн-уроков и простого добавления интерактивных мероприятий. Также есть возможность включать в свои уроки видео на *YouTube* без рекламы. Наконец, учителям математики следует обратить внимание на интеграцию **Lumio** с **Desmos** для добавления интерактивных графических калькуляторов на свои уроки.

Занятия **Lumio** могут выполняться учащимися как в классе, так и вне его. Вы можете вести занятия в режиме «активность учителя» или в любое время переключиться на режим «активность ученика», чтобы учащиеся могли знакомиться с учебным материалом и учиться самостоятельно. В любом случае учащиеся получают доступ к назначенным занятиям с помощью **кода класса** с любого устройства с браузером. Этот код класса **никогда не меняется**, что, конечно, очень удобно для его запоминания учениками. Если даже они не запомнят его, их устройства сохранят код доступа.

В **Lumio** вы можете создавать уроки, интерактивные упражнения, дидактические игры, викторины (командные и индивидуальные), виртуальные манипуляторы, графические организаторы и видео-мероприятия.

3. Edcafe AI – Создавайте обучающие материалы с помощью искусственного интеллекта.

Edcafe – помощник учителя с искусственным интеллектом – Дидактор.

Для учителей, которые постоянно планируют свои занятия, создают собственные учебные ресурсы (презентации, тесты, дидактические упражнения и т.п.) для большей привлекательности уроков, повышения интереса учащихся, найти достаточно времени в сутках может показаться невозможным. Именно тогда на помощь учителю приходит искусственный интеллект. Причём всё больше появляется специализированных сервисов, которые адресованы именно педагогам. Дидактор уже знакомил вас с такими платформами. Предлагаю познакомиться с ещё одним потрясающим виртуальным помощником учителя.

Разработанная для облегчения всех аспектов подготовки к учебным занятиям онлайн платформа Edcafe AI объединяет все необходимые учителям инструменты в одном простом сгенерированном **искусственном интеллекте**. Благодаря этому учителя смогут уделить больше времени **педагогическому общению** с учениками и меньше – бумажной работе.

Благодаря интуитивно понятным функциям, которые упрощают создание, отслеживание и доработку учебных материалов с помощью ИИ, **Edcafe AI** демонстрирует высокую планку поддержки педагогов. Для современных занятых **Edcafe AI** предоставляет учителю удобный и эффективный способ повысить производительность труда и значительно сократить время подготовки.

4. Генераторы ключевого контента

Создавайте собственные флеш-карты с помощью ИИ за считанные секунды. Благодаря бесшовной интеграции с Google Images вы можете добавлять подходящие изображения на каждую карточку – как на лицевую, так и на оборотную сторону, – что делает занятия более увлекательными и эффективными для учащихся.

С применением ИКТ на уроках учебный процесс направлен на развитие логического и критического мышления, воображения, самостоятельности. Дети заинтересованы, приобщены к творческому поиску.

Мы считаем, что информационные технологии только для ищущих, любящих осваивать новое учителей. Они для тех, кому небезразличен уровень своей профессиональной компетентности, кого беспокоит, насколько он, педагог современной школы, соответствует требованиям века грядущего.

УДК 371.3

Л.К. Медель, Е.В. Данченко
ГБОУ «Средняя школа № 12 г. Новополюска»

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ «РОББО»

Статья рассматривает проектную деятельность учащихся с использованием робототехнического оборудования «РОББО» как эффективный метод обучения, способствующий развитию навыков работы в команде и решению реальных задач, использование «РОББО» делает обучение увлекательным и стимулирует интерес к науке и технике, подготавливая учащихся к современным вызовам в области технологий.

Ключевые слова: проектная деятельность, робототехническое оборудование, РОББО, обучение, программирование, механика, электроника, STEAM-образование, командная работа, практические задачи, инженерные навыки, 3D-моделирование, визуальная среда программирования, технологии.

Введение. Проектная деятельность – это эффективный метод обучения, который позволяет учащимся развивать свои навыки и способности, а также обрести опыт работы в команде и решения реальных жизненных задач. Она подразумевает создание проекта – структурированного и целенаправленного плана действий, включающего в себя этапы и задачи. Учащиеся выбирают тему, проводят исследования, собирают и анализируют информацию, разрабатывают решения и представляют результаты своей работы в виде презентации, отчета или другого продукта.

Робототехническое оборудование «РОББО» является отличным инструментом для развития учащихся и обучения их новым навыкам в области программирования, механики и электроники.

В комплект оборудования РОББО входят: «РОББО Лаборатория», «РОББО Платформа» и «Схемотехника», комплект расширений и 3D-принтер.

С оборудованием РОББО могут работать дети различных возрастных категорий – с 5 до 15 лет. Концепция РОББО основана на 4 ступенях: ИГРАЮ-УЧУСЬ-СОЗДАЮ-ИЗОБРЕТАЮ. Оно позволяет обучить «будущих инженеров» спроектировать робота, распечатать детали на 3D-принтере, оснастить робота микроконтроллером и различными датчиками для обработки информации.

Совместное использование оборудования РОББО и визуальной среды программирования RobboScratch3, онлайн платформы для 3D-моделирования Tinkercad и 3D-принтера, интегрированной среды разработки Arduino IDE на занятиях позволяет комбинировать технические и творческие аспекты деятельности учащихся, что соответствует STEAM-образованию. Процесс создания проектов позволяет

учащимся получить практический опыт в программировании, робототехнике, схемотехнике и 3D-моделировании. Способствует развитию как технических, так и креативных навыков, готовит школьников к современным вызовам в области технологий и инженерии.

Все вышеперечисленное предполагает активное включение учащихся в проектную деятельность. Проекты по времени выполнения могут быть краткосрочные (выполнение в течении одного учебного занятия) и долгосрочные (рассчитанные на несколько учебных занятий). А по количеству участников – индивидуальные и групповые.

Проектная деятельность с применением комплектов «РОББО» может быть очень разнообразной и увлекательной. Учащиеся могут создавать роботов для участия в соревнованиях, разрабатывать умные домашние устройства, создавать роботов-помощников для людей с ограниченными возможностями и многое другое.

Одним из примеров проектов с использованием «РОББО» может быть создание робота-дежурного для школьной столовой. Учащиеся могут разработать программу для робота, которая позволит ему «доставлять» еду по столам и возвращаться обратно на кухню. Такой проект поможет учащимся научиться работать в команде, программировать и решать практические задачи. Схема движения робота и фрагмент кода для его управления представлены на рисунке 1.

Для создания проекта «Робот-дежурный» потребуются: «РОББО Лаборатория», «РОББО Платформа», схема движения робота, визуальная среда программирования RobboScratch3, блок питания (для автономной работы «РОББО Платформы»).

Шаги для создания проекта:

1. Создайте схему движения робота в RobboScratch3.
2. Подключите «РОББО Лабораторию» и «РОББО Платформу».
3. Напишите программу для управления движением робота. Например, можно запрограммировать «РОББО Лабораторию» для управления только спрайтом «Робот-дежурный», а можно создать проект, в котором роль «Робота-дежурного» будет исполнять «РОББО Платформа».
4. Протестируйте свой проект.

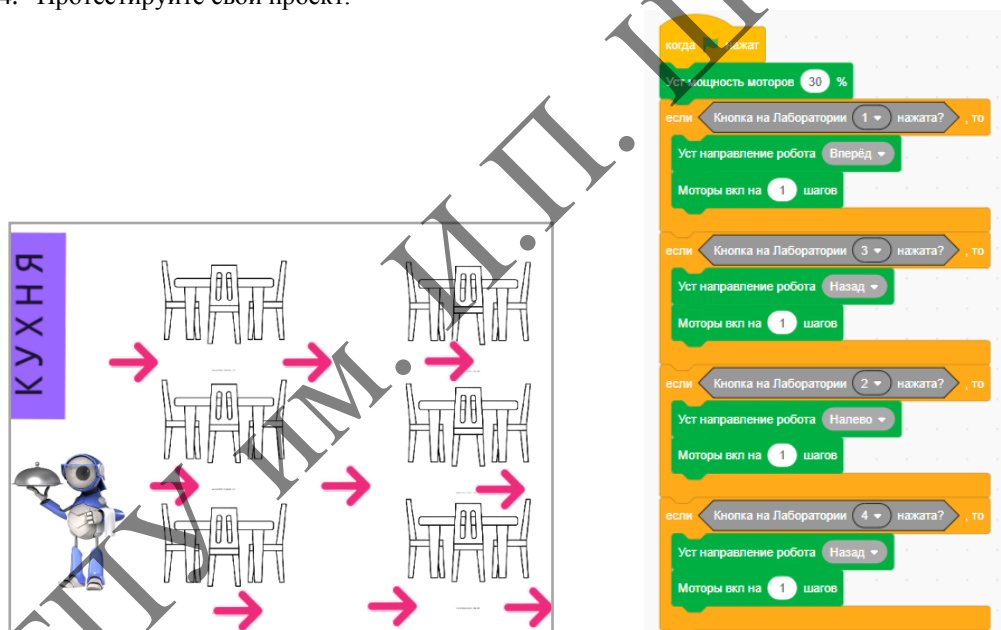


Рисунок 1 – Схема движения робота и фрагмент кода для управления роботом-дежурным

Другой вариант проекта – создание робота-исследователя для изучения окружающей среды в школьном дворе или городском парке культуры и отдыха. Учащиеся могут запрограммировать робота для сбора данных о температуре, влажности, освещенности и других параметрах, которые потом можно проанализировать и использовать для различных исследований.

В преддверии новогодних праздников можно создать проект «Новогодняя елка». Для создания проекта «Новогодняя елка» из комплекта «Схемотехника» потребуются следующие компоненты: Arduino (например, Arduino Uno), светодиоды, резисторы, провода, макетная плата, блок питания для Arduino (для автономной работы).

Шаги для создания проекта:

1. Подключите светодиоды к Arduino с помощью проводов. Обязательно используйте резисторы для защиты светодиодов от перегрузки.
2. Напишите программу, которая будет управлять подсветкой елки. Например, можно запрограммировать мигание светодиодов или цветовую смену. Прототип схемы для сборки и код программы представлен на рисунке 2.

3. Загрузите программу на Arduino и для автономной работы подключите блок питания.

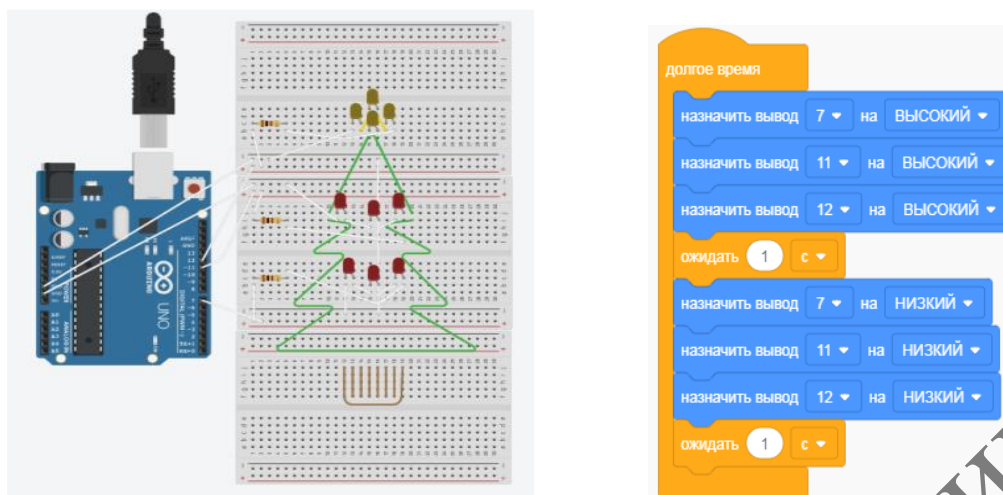


Рисунок 2 – Прототип схемы для сборки и код программы

Этот проект можно дополнить различными эффектами, звуковыми сигналами или даже управлением с помощью пульта дистанционного управления.

Такая деятельность не только развивает творческое мышление и инженерные навыки учащихся, но и помогает им лучше понимать принципы работы современных технологий и осознавать их важность в нашей жизни.

Использование робототехнического оборудования «РОББО» в проектной деятельности учащихся является эффективным способом развития их компетенций в области науки и техники, а также стимулирует интерес к изучению новых технологий и их применению в повседневной жизни.

В любом случае проектная деятельность с применением робототехнического оборудования «РОББО» не только развивает учеников, но и делает обучение более интересным и захватывающим.

Список использованных источников

1. РОББО – образовательная робототехника. – Режим доступа: <http://robbo.ru/products/robotkit/>. – Дата доступа: 15.09.2024.
2. Сообщение ROBBO. – Режим доступа: https://wiki.robbo.ru/wiki/Заглавная_страница. – Дата доступа: 21.09.2024.
3. Методические рекомендации по использованию комплектов робототехнического оборудования (РОББО) в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь. – Режим доступа: https://adu.by/images/2023/obr/Rekomendacii_ROBBO.docx. – Дата доступа: 05.09.2024.

УДК 372.853

О.А. Немых

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

В статье представлена модель методики формирования естественнонаучной грамотности в процессе практико-ориентированного изучения физики, особенности включения заданий на формирование естественнонаучной грамотности школьников в практико-ориентированный урок физики.

Ключевые слова: естественнонаучная грамотность, практико-ориентированное обучение физике, практико-ориентированный урок.

Введение. Задача практической применимости знаний и умений стояла перед методикой обучения физике всегда, однако затруднения учащихся с переносом знаний и умений в новые ситуации по-прежнему остаются. Основным способом решения данной задачи является разработка практико-ориентированного подхода к формированию естественнонаучной грамотности (ЕНГ).

Разработанная нами модель методики формирования естественнонаучной грамотности в процессе практико-ориентированного изучения физики (рисунок 1) является последовательным взаимодействием концептуально-целевого, содержательного, процессуального и оценочно-результативного блоков.

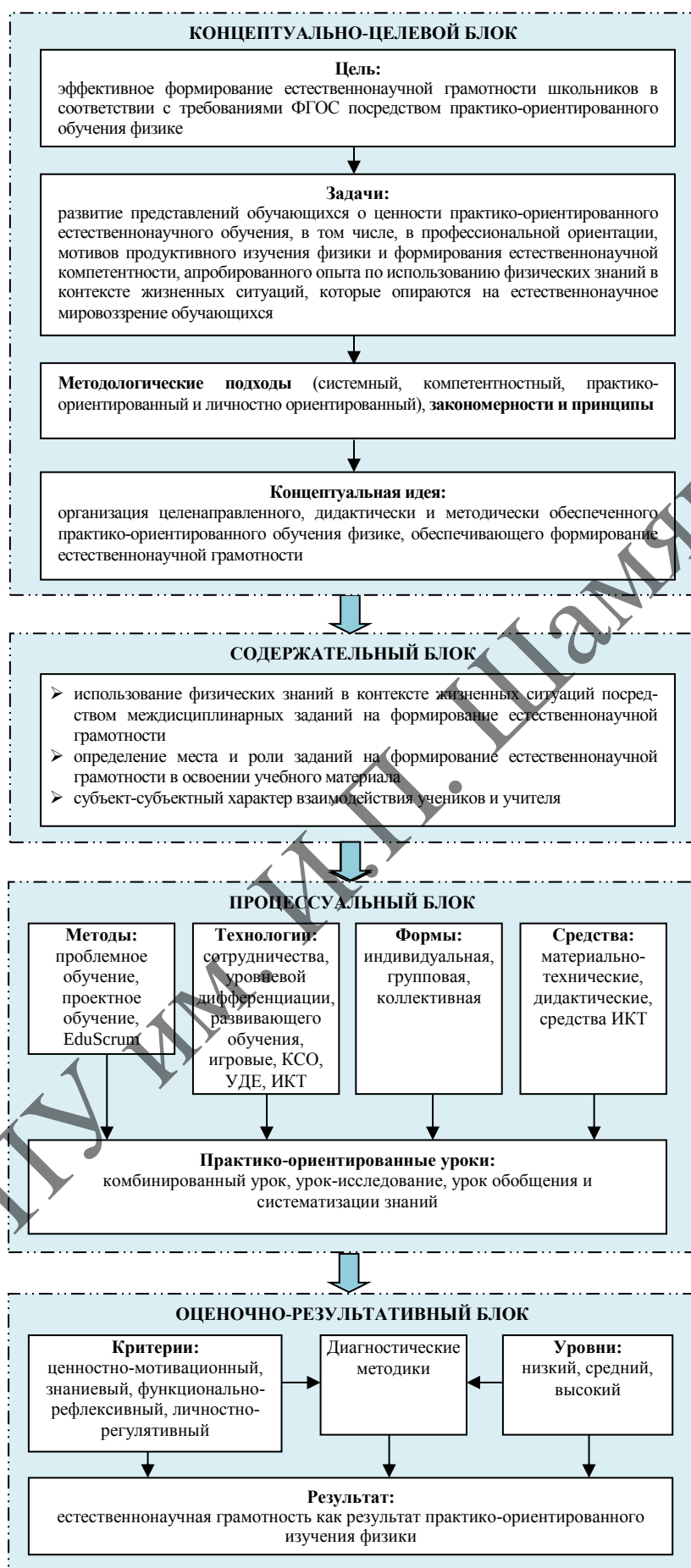


Рисунок 1 – Модель методики формирования естественнонаучной грамотности в процессе практико-ориентированного изучения физики

Концептуально-целевой блок определяет цель, задачи, методологические основы и концептуальную идею разработки модели. Цель модели заключается в разработке системы, обеспечивающей эффективное формирование естественнонаучной грамотности школьников в соответствии с требованиями стандарта к качеству их естественнонаучного обучения. Методологической основой модели выбраны ведущие положения системного, компетентностного, практико-ориентированного и личностно ориентированного подходов, ряда закономерностей и принципов, отражающих специфику практико-ориентированного обучения физике, сущность и структуру его результата – естественнонаучной компетентности.

Содержательный блок модели конкретизирует те действия, которые необходимо осуществить для обеспечения практико-ориентированного характера содержания обучения физике. Среди таких мер нами выделены следующие:

- теоретическая часть учебного предмета «Физика» должна быть дополнена опытом по использованию физических знаний в контексте жизненных ситуаций, что возможно достичь, формируя содержание заданий на основе принципа междисциплинарности, использования методов и технологий активного и интерактивного обучения, соответствующих им форм и средств обучения;

- подбор (или разработка) заданий на формирование естественнонаучной грамотности школьников на уроках физики, определением места и роли таких заданий при освоении учебного материала.

Данные меры требуют субъект-субъектного характера взаимодействия учеников и учителя, подбор эффективного дидактического инструментария.

Все это непосредственно влияет на выбор форм, методов, технологий обучения школьников, которые будут использованы в процессе практико-ориентированного изучения физики и отражены в процессуальном блоке модели:

- *формы обучения*: индивидуальная, групповая и коллективная с обязательным обсуждением результатов работы;

- *методы и технологии практико-ориентированного обучения*: педагогика сотрудничества, технология уровневой дифференциации, проблемное обучение, игровые технологии, технология коллективного способа обучения (КСО), технология укрупнения дидактических единиц (УДЕ), проектное обучение, метод Eduscrum, ИКТ, технология развивающего обучения;

- *типы уроков, наиболее оптимальные для использования практико-ориентированных заданий по формированию естественнонаучной грамотности*: комбинированный, урок-исследование, урок обобщения и систематизации знаний. Содержание практико-ориентированного урока выстраивается так, что знания не даются в готовом виде, а ученику предоставляется возможность самостоятельного обнаружения существенных признаков рассматриваемых явлений и процессов в ходе поисковой деятельности. Практико-ориентированные задания на формирование естественнонаучной грамотности могут быть пролонгированными – обучающиеся могут продолжить работу с ними на следующем или на нескольких последующих уроках.

Оценочно-результативный блок определяет критерии, уровни, диагностические методики выявления степени эффективности реализации в педагогическом процессе разработанной модели и достижения ее цели.

Методика, имеющая в качестве дидактической основы практико-ориентированное обучение, может рассматриваться как средство формирования естественнонаучной грамотности. Однако эта методика должна содержать не только описание заданий на естественнонаучную грамотность, рекомендуемых к использованию на практико-ориентированных уроках, но и определение места и роли таких заданий при освоении учебного материала.

При изучении нового учебного материала можно обращаться к текстам заданий на формирование естественнонаучной грамотности, не обязательно решая их, а используя как основу для формулирования вопросов. Такой подход, основанный на анализе текстов, описывающих реальные ситуации, повышает интерес к предмету, выходит за пределы учебника и способствует развитию навыков чтения, а также пониманию физических явлений. Это особенно важно, поскольку навыки чтения являются ключевым элементом функциональной грамотности, необходимой для успешного изучения естественнонаучных дисциплин, включая физику.

На этапах закрепления нового материала или проверки домашней работы целесообразно использовать подборку из нескольких заданий, направленных на развитие естественнонаучной грамотности по соответствующей теме. Это значительно расширит спектр практико-ориентированных заданий и обеспечит систематическую работу по формированию естественнонаучной грамотности.

Задания, направленные на развитие естественнонаучной грамотности, могут быть адаптированы для дифференцированных домашних заданий, предлагая учащимся с разным уровнем подготовки задачи разной сложности по одной и той же теме. На основе одного комплекта заданий можно создать две-три группы задач: с преобладанием простого и среднего уровней сложности для учащихся с базовыми знаниями, а также среднего и продвинутого уровней сложности для мотивированных и хорошо подготовленных учащихся.

На уроках обобщения и систематизации знаний комплексные задания по естественнонаучной грамотности эффективно применяются в рамках групповой работы. Нестандартный контекст и реалистичность ситуаций позволяют учащимся в процессе выполнения заданий повторить, углубить и систематизировать знания по различным аспектам темы.

Обязательным условием формирования естественнонаучной грамотности является включение заданий, основанных на реальном контексте, в контрольные работы по теме или разделу. В этом случае рекомендуется использовать контексты с двумя-тремя заданиями преимущественно среднего и высокого уровней сложности. Задания следует подбирать таким образом, чтобы они оценивали различные ЕНГ-компетенции.

В качестве примера приведем урок-исследование по теме «Плавление и отвердевание кристаллических веществ», в котором задания на формирование естественнонаучной грамотности включены в этап закрепления знаний.

Особенности содержания урока: исследовательские умения, практические умения и навыки.

Уровень сложности заданий ЕНГ: средний (применение понятийного знания для описания или объяснения явлений, выбор соответствующих процедур; использование простых наборов данных в виде таблиц или графиков; нахождение закономерности и применение математического аппарата в стандартных условиях).

Технология обучения: КСО.

Форма обучения: групповая.

В начале урока учитель делит учащихся на группы по 4 человека. На этапе освоения нового материала учащиеся должны экспериментально определить температуру плавления и кристаллизации парафина. После выполнения эксперимента группы обмениваются полученными результатами и формулируют общий вывод.

На этапе применения и закрепления изученного материала школьникам нужно выполнить комплекс заданий на формирование естественнонаучной грамотности «Стойкий оловянный солдатик». Для этого каждая четверка учеников разбивается на две пары. Первая пара решает задания № 1 и № 3, вторая пара – № 2 и № 4. После решения заданий пары обмениваются информацией. Учащиеся, сообщающие информацию, условно называются «учителями», учащиеся, получающие информацию, – «учениками», при этом каждый трижды меняет партнера.

Каждый учащийся объясняет своё задание троим своим соседям и сам получает необходимую информацию. Такая деятельность имеет коллективный характер, общими усилиями осваивается содержание урока, каждый учащийся помогает другим (рисунок 2).

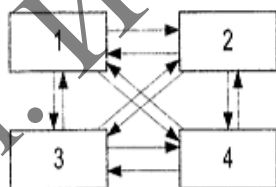


Рисунок 2 – Техника организации работы в четверках

В первом задании, опираясь на справочную таблицу, нужно определить, какую температуру плавления имеет металл, из которого был сделан солдатик из сказки Г.Х. Андерсена. Во втором задании нужно обосновать, мог ли солдатик расплавиться в печи, которую топили дровами? Возможно ли солдатика расплавить в печи, которую топили углем, если бы он был сделан из железа? В третьем задании нужно установить, к какому типу сплавов (низкотемпературные или высокотемпературные) относится сплав, из которого изготовлен солдатик, если он состоит наполовину из меди и наполовину из олова. В четвертом задании в результате анализа графика нагревания и плавления олова требуется определить начальную температуру и продолжительность процесса нагревания олова до момента плавления. Затем решить задачу: «Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы расплавить оловянного солдатика массой 20 грамм, взятого при температуре 18 °С?».

После выполнения заданий в динамических парах ученики демонстрируют заметное улучшение усвоения материала. Многократное повторение и обсуждение заданий способствует выделению главного, существенного и, как следствие, достижению среднего и высокого уровня освоения материала каждым учеником.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ЗНАЧЕНИЙ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ НАГЛЯДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В данной статье рассматривается возможность использования геометрического компонента при реализации метода наглядного моделирования на уроках алгебры при вычислении значений тригонометрических выражений. Проводится сравнительный анализ решения заданий алгебраическим методом и методом наглядного моделирования.

Ключевые слова: алгебра, математика, метод наглядного моделирования, алгебраический метод.

Введение. Важнейшей задачей математического образования является воспитание личности, обладающей следующими качествами: умение нестандартно мыслить и вариативно подходить к решению жизненных проблем. Решение задач различными методами свидетельствует о качественной математической подготовке. В математике выделяют различные подходы к решению задач. Среди них – алгебраический и геометрический. Существует заблуждение о том, что алгебраический подход используется для решения задач из курса «Алгебры», а геометрический подход – для решения задач из курса «Геометрии». Однако следует рассматривать данные два подхода в тесной взаимосвязи, благодаря которой решение задач станет осознанным, наглядным и понятным.

Решение многих алгебраических задач может быть выполнено средствами геометрии, что позволит использовать метод наглядного моделирования при решении алгебраических задач, способствующий пониманию и осознанию того, что стоит за аналитической записью.

Метод наглядного моделирования есть процесс целенаправленного формирования устойчивого результата действий обучаемого на основе моделирования и отражения содержания существенных свойств, отношений и связей математических объектов посредством построения наглядных моделей с опорой на упорядоченный набор знаний, способствующих в решении алгебраических задач сочетанию логических и образных аспектов [1].

Школьный курс геометрии является одной из богатейших возможностей, способствующей использованию метода наглядного моделирования на уроках математики, так как развивает логическое мышление и пространственное воображение. На сегодняшний день потенциал геометрического компонента на уроках алгебры практически не рассматривается.

При качественном обучении учащихся решению алгебраических задач требуется понимание и осознание учащимися условия. В этом поможет использование метода наглядного моделирования на уроках математики. В частности, при решении заданий по алгебре можно использовать в качестве наглядных моделей геометрический компонент.

Рассмотрим возможности использования геометрического компонента при решении алгебраических задач методом наглядного моделирования при изучении следующих тем:

1. Решение алгебраических систем уравнений.
2. Вычисление значений тригонометрических выражений.
3. Проведение доказательств тригонометрических тождеств.
4. Нахождение значения выражений с арксинусом, арккосинусом, арктангенсом, арккотангенсом.
5. Вычисление тригонометрических выражений, содержащих в аргументе арксинус, арккосинус, арктангенс, арккотангенс.
6. Решение обратных тригонометрических уравнений.

Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции.

Рассмотрим на примере вычисления значений тригонометрических выражений.

Пример. Вычислить $\operatorname{ctg} 22^{\circ}30'$.

Решение.

Алгебраический метод	Метод наглядного моделирования
1. $\operatorname{ctg} \alpha = \sqrt{\frac{1 + \cos 2\alpha}{1 - \cos 2\alpha}}$. 2. При преобразовании выражения избавляемся от иррациональности в знаменателе: $\sqrt{\frac{1 + \frac{\sqrt{2}}{2}}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}}} = \sqrt{\frac{2 + \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{2 + \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}}} = \sqrt{3 + 2\sqrt{2}}.$	1. Рассмотрим равнобедренный треугольник $\triangle ABC$ с углом $\angle ABC = 45^{\circ}$. Значит, $\angle BAC = \angle BCA = 67^{\circ}30'$.

3. Выделяем полный квадрат суммы: $\sqrt{3 + 2\sqrt{2}} = \sqrt{(\sqrt{2} + 1)^2} = \sqrt{2} + 1 = \sqrt{2} + 1.$ 4. $\operatorname{ctg} 22^{\circ}30' = \sqrt{2} + 1.$ *** Следует отметить, что при выполнении данного задания необходимо хорошо владеть приемами преобразования выражения $\sqrt{1 + \frac{\sqrt{2}}{2}}$ в $\sqrt{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}}$ в выражение $\sqrt{2} + 1.$	2. $\triangle ABD$, по теореме Пифагора $AB = \sqrt{2}.$ 3. Рассмотрим $\triangle ADC$, $\angle DCA = 67^{\circ}30'$, $\angle CAD = 22^{\circ}30'.$ $\operatorname{ctg} 22^{\circ}30' = \frac{AD}{DC} = \frac{AD}{BC - DC} = \frac{1}{\sqrt{2} - 1} = \sqrt{2} + 1.$
---	--

Решение данного типа примеров методом наглядного моделирования упрощает вычисления, придает осознанность в выполнении и избавляет учащихся от преобразований выражений.

Таким образом, следует отметить, что реализация метода наглядного моделирования через геометрический компонент облегчает проведение анализа, поиска решения, составления уравнений; способствует повышению графической культуры учащихся; создает возможность вариативного подхода при решении задач; создает возможность для реализации меж предметных связей (алгебры и геометрии).

Список использованных источников

1. Новик, И.А. О теоретико-методологических основаниях проблемы использования наглядного моделирования при обучении учащихся курсу алгебры / И.А. Новик, М.В. Ненартович // Матэматыка. – 2017. – № 4. – С. 21–31.

УДК 372.851

К.А. Паладян

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»

МЕТОДОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ РЕШЕНИЮ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ

Решение практико-ориентированных задач на занятиях по математике – это тот вид учебной деятельности, который обеспечивает как усвоение школьниками математического содержания и формирование умений и навыков, так и достижение развивающих целей образования. Процесс решения стандартных и нестандартных практико-ориентированных задач выступает средством формирования математической культуры, таких качеств математического мышления, как гибкость, критичность, рациональность, логичность.

Ключевые слова: практико-ориентированная задача, формирования математической культуры, математическая задача, система задач, учебная задача.

Организация задачного материала в школьных учебниках математики такова, что все задачи, содержащиеся в них, в пределах одной темы классифицированы по степени сложности и расположены в порядке её возрастания. При этом выбор дополнительного дидактического материала остается за учителем, который делает это, соотносясь с конкретной ситуацией в классе и требованиями нормативных документов. Учебник при этом остается основным теоретическим и методическим ориентиром.

В связи с этим и возникает проблема создания *систем взаимосвязанных задач*, различных по формулировке, по сюжету, но имеющих общее дидактическое назначение, служащих достижению поставленной цели.

В теоретическом плане составление систем задач не является чем-то принципиально новым: именно такой системой задач, связанных между собой методически и математически, и является всякая система упражнений, направленная на пропедевтику, формирование и закрепление того или иного понятия, утверждения или метода рассуждений, формирование определенных умений и навыков.

Поэтому теоретический аспект проблемы состоит в описании методов конструирования таких систем, в обобщении многочисленных отдельных приёмов, используемых для их составления. Каждая конкретная задача имеет определённый набор связанных с ней задач, определённое окружение по содержанию, методам рассуждений, кругу используемых понятий. Более того, каждая задача входит в

некоторый набор «близлежащих задач», связанных с той или иной её особенностью, а выбор одного из многих множеств «близлежащих» задач для построения системы задач определяется конкретной ситуацией преподавания. Разнообразие содержания таких наборов методически и математически в каждой системе предопределяет широту её использования и является важным критерием её обучающей ценности.

Термин «система задач» используется в различных методических ситуациях. Это могут быть специально подобранные задачи с разными целями. Например, задачи на повторение курса за определенный отрезок времени и углубление изученного материала. Цель создания системы задач определяет её содержание. Каждая система задач отвечает определённым требованиям.

Основой конструирования систем задач и подзадач можно считать идею Д. Пойа [3], который не только даёт совет решающему задачи: «Если не удастся решить данную задачу, попытайтесь сначала решить сходную...», «не встречалась ли вам раньше эта задача? Хотя бы в несколько другой форме?», но чтобы воспользоваться в полной мере этими советами, очевидно, надо решать задачи в *определённом порядке*. Этот «совет» становится основой методического подхода к организации задачного материала для формирования соответствующих умений и навыков. Только в этом случае можно с большой уверенностью полагаться на самостоятельность учащихся в их деятельности по поиску пути решения задач и эта работа может доставить учащимся удовлетворение, являющееся источником потребности охотно продолжать её в дальнейшем. К самостоятельному решению каждой предложенной задачи учащиеся в определённой мере должны быть подготовлены в процессе всей предшествующей их учебной деятельности.

Возникают вопросы, ответы на которые определяют методику работы с задачей:

- какими знаниями должны обладать учащиеся, чтобы самостоятельно решить данную задачу;
- какие задачи надо решить предварительно, чтобы учащиеся в полной мере могли воспользоваться советом при решении предложенной задачи;
- не известна ли учащимся какая-нибудь родственная задача, задача, сходная с данной;
- нельзя ли воспользоваться уже решённой задачей.

Единого подхода в решении проблемы упорядочения задач быть не может. Это зависит от целого ряда причин: от условий, на основе которых ведётся упорядочение задач, от интересов и вкусов преподавателя математики.

Одним из важных моментов в обучении школьников решению задач является формирование у них соответствующих навыков и умений.

Педагоги определяют *знания* как проверенные практикой результаты познания окружающего мира, его верное отражение в мозге человека, *умение* как владение способами применения усваиваемых знаний на практике, *навык* рассматривается как составной элемент умения, как автоматизированное действие, доведенное до высокой степени совершенства [2, с. 162].

Основными моментами, которые необходимо иметь в виду при формировании умений решать задачи, в частности практико-ориентированные, являются:

- а) отбор задач;
- б) использование обучающих воздействий, которые повышают познавательную активность учащихся, обеспечивают возможность переноса умений.

Уровень объективной сложности задачи существенно влияет не только на деятельность учащихся по её решению, но и на деятельность учителя по оказанию им необходимой помощи в поиске решения.

В разграничении *уровней объективной сложности* задачи используют следующие понятия:

- элементарные, репродуктивные задачи – решаемые в один – два шага на основании известных теорем, аксиом, определений;
- элементарные составные (двух – трёх шаговые) задачи – относительно простые по своей фабуле, они являются составляющими сложных задач;
- сложные задачи нового уровня, которые в результате реформирования исходного требования сравнительно легко сводятся к цепочке элементарных задач;
- сложные задачи второго уровня – процесс сведения их к элементарным подзадачам обычно вызывает затруднения.

В наибольшей степени формированию умений способствует решение сравнительно сложных задач. Их решение в конечном счёте сводится к решению элементарных задач. Узловым моментом в процессе сведения сложной задачи к элементарным является выделение «ключевой» задачи.

Формированию умения выделять нужную подзадачу способствует как самостоятельное составление задачи учащимися, так и обсуждение уже найденного ими решения (при этом внимание акцентируется на основных трудностях и методах их преодоления в ходе поиска решения данной задачи).

На начальных этапах обучения выделению *подзадач* учитель может предложить одну из элементарных задач в качестве самостоятельной. После того как эта задача учащимися будет решена, им можно дать такую сложную задачу, в составе которой содержится уже решённая задача. Хотя её решение будет известно учащимся, но усмотрение, *выделение нужной подзадачи является продуктивным моментом* в процессе поиска решения исходной задачи.

На более высоком уровне трудностей нужные подзадачи выделяются учащимися самостоятельно на основании выдвижения гипотез, использования эвристических приёмов. При этом точных правил, которые помогли бы каждому из учеников в любом случае найти эти подзадачи, полностью сняли бы неопределённость данной задачи, указать, очевидно, невозможно. Но это вовсе не означает, что учить решению задач нельзя.

Желательно, чтобы задачи располагались так, чтобы полученный результат или метод решения одной из них мог использоваться в решении другой. То есть между задачами определённой группы просматриваются ассоциативные связи, служащие для учащихся определёнными сигналами в отыскании пути их решения.

Процесс обучения учащихся решению задач постоянно сопровождается вопросами: «Нельзя ли ещё где-нибудь использовать эту задачу? Нельзя ли полученный результат или метод решения использовать в решении другой задачи?». Эта мысль подчёркивается в одном из высказываний Р. Декарта: «Каждая решённая мною задача становится образцом».

Довольно редко в процессе обучения учащихся решению задач используется совет учителю из книги Д. Пойа [3, с. 132]: «Нельзя ли получить тот же результат иначе?», то есть нельзя ли задачу решить другим способом? В этом случае уже решённая задача является, в каком-то смысле, действенным ориентиром для учащихся в самостоятельном отыскании других способов её решения, доступных им при соответствующем уровне их подготовке. Это наводит на мысль о том, что в системы (цепочки, циклы) можно объединять задачи, решения которых представляют собой различные способы получения того или другого геометрического объекта. По мнению В.И. Мишина, такие задачи целесообразно давать с указанием теоретической основы способов их решения [3, с. 103].

Для того чтобы учащиеся могли проявить самостоятельность в решении рассматриваемых задач, приобрели бы кое-какие навыки, целесообразно предложить им одну и ту же задачу решить неоднократно при различном задании элементов.

В процессе решения задач определённого цикла, безусловно, могут возникнуть новые вопросы и новые задачи. В этом случае задачный цикл может расшириться, пополниться новыми задачами. Учебные задачи не имеют определённого законченного ответа; решающий в зависимости от его склонностей может неограниченно углубляться в изучение поставленного в задаче вопроса. Тогда задача приобретает «динамический» характер, заключение задачи представляет собой серию взаимосвязанных проблем. По сути дела, одна задача объединяет группу взаимосвязанных между собой задач.

К решению каждой задачи требуется специальная предварительная подготовка учащихся. Прежде всего, учитель проводит методическую обработку задачи, в процессе которой выясняется, готовы ли учащиеся в теоретическом плане к её решению, какие подготовительные задачи надо решить с учащимися, чтобы они самостоятельно могли найти путь решения поставленной задачи. Вследствие этого каждая задача как бы становится центром цепочки взаимосвязанных задач, которые по отношению к ней можно назвать подзадачами. Постепенное решение подготовительных задач (подзадач) даёт возможность создать у учащихся достаточно полную ориентировочную основу действий для решения поставленной проблемы.

При этом надо отметить, что математика не занимается разработкой правил по применению указанных операций. Но в школьном курсе математики на очень многих примерах учащиеся используют эти операции. Общих правил для решения нестандартных задач нет, нет каких-то точных правил использования указанных операций, однако может быть сформулирован ряд указаний – рекомендаций, эти указания обычно называют эвристическими правилами (эвристика – искусство нахождения истины). В отличие от математических правил, эти правила носят характер необязательных рекомендаций, советов, следование которым может привести, а может и не привести к решению задачи.

Список использованных источников

1. Кузин, Г.А. Математика. Решение задач экономического содержания профильного уровня ЕГЭ : учеб. пособие / Г.А. Кузин. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 72 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91384.html> (дата обращения: 11.05.2025).
2. Павлов, В.М. Искусство решать сложные задачи: системный подход / В.М. Павлов. – 5-е изд. – М. : Дашков и К, 2019. – 184 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/85249.html> (дата обращения: 11.05.2025).
3. Пойа, Д. Математическое открытие. Решение задач: основные понятия, изучение и преподавание / Д. Пойа. – М. : Советские учебники, 2023. – 452 с.
4. Паладян, К.А. Особенности обучения решению задач с практическим содержанием / К.А. Паладян, А.Э. Пилипенко // Теория и практика современной науки. – 2023. – № 1 (91). – Текст: электронный. – URL: https://www.modern-j.ru/_files/ugd/b06fdc_a0f3efd46a29454e811584cad916bec.pdf?index=true (дата публикации: 10.01.2023, дата обращения: 11.05.2025).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВ НАСЛЕДОВАНИЯ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++

В данной статье приведены результаты сравнительного анализа основных типов наследования, используемых в программах, написанных на языке программирования C++, с целью выявления их преимуществ, недостатков и областей применения. Рассмотрены особенности публичного, защищённого, приватного, а также множественного и виртуального наследования. Особое внимание уделяется влиянию выбранного типа наследования на качество кода, безопасность и возможность повторного использования компонентов программной системы. Приведены практические примеры, сравнительная таблица и аналитическая модель, позволяющая оценить эффективность каждого подхода.

Ключевые слова: наследование, язык программирования C++, полиморфизм, эффективность.

Введение. Наследование является одним из краеугольных камней объектно-ориентированного программирования, позволяющим создавать иерархии классов, способствующих повторному использованию кода и реализации полиморфизма. В языке программирования C++ механизм наследования дополнительно усложняется наличием нескольких вариантов передачи членов базового класса: публичного, защищённого и приватного наследования, а также возможностью множественного и виртуального наследования для разрешения проблемы ромбовидного наследования. Выбор конкретного типа наследования определяется не только техническими особенностями реализации, но и архитектурными решениями при разработке программных систем. Цель данной статьи – провести сравнительный анализ различных типов наследования в языке программирования C++, выделить их преимущества и недостатки, а также предложить способы оценки эффективности использования каждого из них.

1. Публичное наследование

При публичном наследовании публичные и защищённые члены базового класса сохраняют свои уровни доступа в производном классе, что обеспечивает корректное отношение «является» между классами. Такой тип наследования используется для построения иерархий, в которых производный класс может заменять базовый (принцип подстановки Лисков). Его основные преимущества заключаются в естественном моделировании реальных отношений и возможности реализации полиморфизма, что существенно упрощает поддержку и расширение программных систем [1–3]. Пример публичного наследования приведен ниже.

```
class Base {
public:
    int publicMember;
protected:
    int protectedMember;
};

class Derived: public Base {
    // publicMember становится публичным,
    /   / protectedMember – защищённым.
};
```

Однако открытость интерфейса базового класса может привести к нежелательному доступу к внутренним аспектам реализации, если безопасность кода является критически важной задачей.

2. Защищённое наследование

При защищённом наследовании все публичные и защищённые члены базового класса преобразуются в защищённые члены производного класса. Такой подход применяется, когда разработчику необходимо ограничить доступ к базовым членам за пределами иерархии, но при этом обеспечить возможность их использования в дальнейших производных классах. Хотя защищённое наследование менее популярно по сравнению с публичным, оно даёт разработчику возможность более детально контролировать область видимости членов базового класса.

```
class Base {
public:
    int publicMember;
protected:
    int protectedMember;
};
```

```

class Derived:
protected Base {
    // publicMember и protectedMember
    // становятся защищёнными.
};

```

3. Приватное наследование

Приватное наследование предполагает, что все публичные и защищённые члены базового класса становятся приватными в производном классе. Такой способ наследования используется не для создания отношения «является», а для реализации механизма повторного использования функциональности (похожего на композицию). При этом преобразование типа «производный → базовый» недопустимо, что усиливает инкапсуляцию, но уменьшает гибкость применения полиморфизма.

```

class Base {
public:
    int publicMember;
protected:
    int protectedMember;
};

class Derived: private Base {
    // publicMember и protectedMember становятся приватными.
};

```

4. Множественное и виртуальное наследование

C++ позволяет производному классу наследовать сразу несколько базовых классов, что открывает широкие возможности для проектирования, но также влечёт за собой такие потенциальные проблемы, как неоднозначность при наличии общих предков (проблема ромба). Для решения данной проблемы применяется виртуальное наследование, при котором гарантируется, что независимо от количества путей наследования базовый класс будет представлен в производном классе лишь одним экземпляром.

```

class Base1 {
public:
    int member1;
};

class Base2 {
public:
    int member2;
};

class Derived: public Base1, public Base2 {
    // Использует функциональность обоих базовых классов.
};

```

Пример программного кода, использующего виртуальное наследование, которое применяется для устранения проблемы ромбовидного наследования.

```

class Base {
public:
    int commonMember;
};

class Derived1: virtual public Base { };
class Derived2: virtual public Base { };

class Final: public Derived1, public Derived2 {
    // Единственный экземпляр Base будет использован Final.
};

```

5. Сравнительный анализ и оценка эффективности наследования

Для оценки эффективности использования различных типов наследования можно ввести аналитический показатель, учитывающий коэффициенты повторного использования кода (R) и полиморфизма (P) при одновременном анализе сложности (C) и степени сокрытия (D). В качестве примера можно предложить следующую модель:

$$E = (R \times P) / (C + D) \quad (1)$$

Здесь коэффициент E отражает общую эффективность наследования, где R – коэффициент повторного использования, P – коэффициент полиморфизма, C – сложность системы, D – степень дублирования и нежелательного доступа к базовым членам.

Аналитический подход позволяет сравнить, например, публичное наследование (где коэффициенты R и P высоки, а C и D умеренны) с приватным наследованием (где R возможно сохраняется, но P теряется на фоне повышенной инкапсуляции).

Ниже представлена таблица, отражающая ключевые характеристики различных типов наследования в C++ [4].

Таблица 1 – Ключевые характеристики различных типов наследования в C++

Тип наследования	Доступ к членам базового класса	Преимущества	Недостатки
Public	Public → Public; Protected → Protected	Естественная иерархия, поддержка полиморфизма	Возможен избыточный доступ к внутренним данным
Protected	Public → Protected; Protected → Protected	Контролируемый доступ для дальнейших производных	Ограничен прямой доступ извне
Private	Public → Private; Protected → Private	Сокращение реализации, усиленная инкапсуляция	Отсутствие преобразования к базовому типу
Множественное	Зависит от порядка наследования	Реализация комплексных моделей, возможность комбинирования	Риск неоднозначностей, усложнение поддержки
Виртуальное	Специфическая реализация для устранения ромба	Единственность базового класса при множественном наследовании	Несколько усложнённая реализация и синтаксис

Проведённый сравнительный анализ типов наследования в языке C++ позволяет сделать вывод о том, что выбор конкретного типа зависит от поставленных задач и архитектурных решений. Публичное наследование наиболее подходит для создания явных иерархий с поддержкой полиморфизма, в то время как защищённое и приватное наследование представляют интерес для случаев, когда требуется скрыть детали реализации или ограничить доступ к базовым членам. Множественное и виртуальное наследование, несмотря на свою сложность, открывают дополнительные возможности для моделирования сложных систем, но требуют от разработчика тщательного подхода к организации кода во избежание неоднозначностей. Приведённая аналитическая модель (1) позволяет оценить эффективность применяемых подходов, что может стать основой для дальнейших исследований в области оптимизации объектно-ориентированных решений.

Список использованных источников

1. Строуструп, Б. Язык программирования C++: руководство / Б. Строуструп. – 4-е изд. – М. : Изд-во «Вестник», 2023. – 1376 с.
2. Иванов, И.И. Объектно-ориентированное программирование в современных языках / И.И. Иванов, П.П. Петров. – М. : Технол. Пресс, 2022. – 320 с.
3. Meyers, S. Effective C++: 55 Specific Ways to Improve Your Programs and Designs / S. Meyers. – Addison-Wesley, 2005.
4. Смирнов, А.Б. Эффективное программирование на C++: методы и алгоритмы / А.Б. Смирнов, В.Г. Кузнецов, Д.Е. Соловьёв. – СПб. : Питер, 2021. – 450 с.

УДК 37.018.46

Д.И. Прохоров

ГУО «Минский городской институт развития образования»

СТРУКТУРА ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОГО РЕСУРСА «ДИДАКТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Дано содержательное и функциональное описание авторского веб-ориентированного ресурса, предназначенного для сопровождения обучения учителей математики на повышении квалификации по теме «Дидактический дизайн преподавания математики в учреждениях общего среднего образования» и активизации их самообразовательной деятельности, включающего модуль администрирования, учебный модуль и модуль организации коммуникации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, веб-ориентированный ресурс, GPT-чат, повышение квалификации, самообразовательная деятельность, учителя математики.

Введение. В XXI веке необходимы учителя, которые могут адаптировать направления и содержание своей профессиональной деятельности в ответ на изменяющиеся приоритетные запросы общества и государства, при этом большое значение имеет система повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики в межкурсовой период (далее – ПКисД), которая должна носить инновационный многовекторный характер. В Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года указано, что «дополнительное образование взрослых становится основным связующим звеном между системой профессионального образования и рынка труда, обеспечивая непрерывную адаптацию выпускников учреждений профессионального образования к постоянно изменяющимся социально-экономическим условиям», при этом цель развития системы образования в контексте процессов цифровизации определена как «совершенствование национальной системы образования на основе развивающихся цифровых технологий, подготовка обучающихся к жизни в цифровом обществе» [1]. В эпоху цифровизации и глобализации система образования переживает трансформации, обретая новые высокоинтеллектуальные аспекты, включая внедрение различных цифровых инструментов, таких, как нейросети, искусственный интеллект (далее – ИИ), GPT-чаты и другие технологии.

Основная часть. Проблема научно-методического обеспечения профессионально-педагогического становления будущих учителей математики, последующему их сопровождению в процессе повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности, непрерывному повышению уровня их профессиональных компетенций и т. д. уделялось достаточно большое внимание. В Беларуси такие исследования проводились Н.Б. Бровка, М.В. Ильным, А.В. Позняк и др., в России – Е.Э. Хохловой, Л.В. Шкериной, М.Б. Шашкиной, О.А. Табиновой и др., в странах Западной Европы – М.В. Клариним, J. Kotter и др. Основываясь на данных работах, мы рассматриваем **веб-ориентированный ресурс обучения** как гибкий и мобильный ресурс, который содержит учебно-методический и диагностический материал, коммуникационно-методический инструментарий, позволяющий в режиме реального времени обучающемуся выстраивать свою индивидуальную траекторию обучения (самостоятельно и/или под руководством преподавателя).

Нами разработан веб-ориентированный ресурс (далее – авторский ресурс) для сопровождения обучения учителей математики на повышении квалификации по теме **«Дидактический дизайн преподавания математики в учреждениях общего среднего образования»** [2]. Разработка учебной программы ПКисД была обусловлена необходимостью комплексной модернизации образовательного процесса посредством использования цифровых инструментов, формирования у учителей математики навыков работы со специальными онлайн-сервисами и приложениями по созданию дидактических многомерных инструментов и информационно-емких визуальных материалов. Учебная программа ПКисД учителей математики направлена на совершенствование их профессиональной компетентности в области структурирования и визуализации учебной информации с использованием современных компьютерных приложений. В ходе обучения слушатели осваивают технологии создания *дидактических многомерных инструментов*, т. е. визуальных средств многокомпонентного типа с иллюстративно-мнемоническими и регулятивными свойствами (поддержка категоризации и экспликации, анализа и синтеза, навигации и аутодиалога), содержащих алгоритмы графического сгущения учебных знаний по математике, состоящих из четырех этапов – кодирование, укрупнение, структурирование и раскодирование, а также методику их использования на учебных занятиях. Ориентация на навыки XXI века все больше влияет на процесс оценки учебных достижений слушателей ПКисД. Ранее считалось, что достаточно следить за выполнением текущих заданий и успешным прохождением итоговой аттестации, но теперь ясно, что повышение уровня профессиональных компетенций учителей математики требует дополнительного развития множества навыков и умений, которые должны оцениваться как важные элементы индивидуальной траектории обучения. Кроме таких основных факторов, как посещаемость и выполнение заданий, должны также учитывать активность участия, настойчивость, количество обращений к веб-ориентированному ресурсу, время работы с ним и другие ключевые параметры. Без использования технологий ИИ, встроенных в ресурсы обучения, проводить такой мониторинг достаточно затруднительно.

Авторский ресурс рекомендован к использованию в процессе ПКисД учителей математики Научно-методическим советом ГУО «Минский городской институт развития образования» и **включает** (рисунок 1):

- глоссарий (более 180 понятий и терминов);
- следующие формы установления взаимодействия, учебной и профессиональной коммуникации преподавателя со слушателями (учителями математики): e-mail преподавателей, форум «Вопрос-Ответ» (обсуждение заданий, методическая поддержка, техническая поддержка), чат-бот «Профессор МГИРО» (@professorMGIRO_bot) – телеграм-чат на основе ИИ;
- материалы для освоения содержания программы ПКисД учителями математики «Дидактический дизайн преподавания математики в учреждениях общего среднего образования»: вопросы государственной политики в сфере цифровизации образования (2 темы), научно-теоретические основания структурирования содержания обучения математике (5 тем), основы работы со специализированным программным обеспечением (11 тем);

- примеры фрагментов дидактических сценариев учебных занятий, отражающих методику использования дидактических многомерных инструментов при обучении математике (база постоянно пополняется материалами, разработанными учителями математики в процессе ПКисД);
- коллекцию готовых учебных математических апплетов и методические указания по их использованию на учебных занятиях по математике на II–III ступенях общего среднего образования;
- фрагменты видеолекций и практических занятий, где даются инструкции по работе с компьютерными программными средствами: редакторами векторной графики, динамическими программными средами, конструкторами инфографики, учебными математическими апплетами, GPT-чатом и т. д., а также алгоритмы разработки собственных веб-ориентированных ресурсов;
- материалы для текущей и итоговой аттестации (дифференцированные по трем уровням сложности).

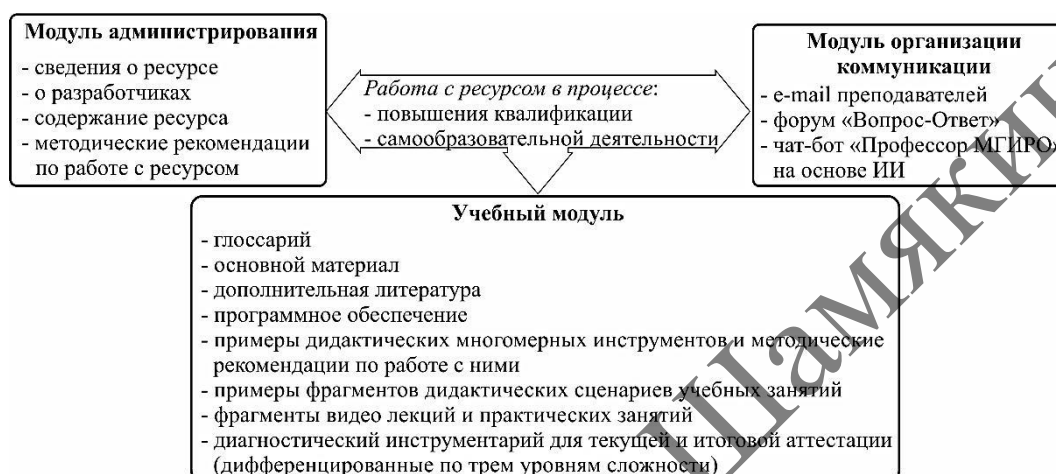


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема веб-ориентированного ресурса обучения

Каждая учебная тема, размещенная на авторском ресурсе, состоит из основного материала, дополнительной литературы, заданий для самостоятельного выполнения. Содержательный блок авторского ресурса, обеспечивающего повышение ПКисД учителей математики, имеет **спиралевидную конструкцию из четырех витков**:

1) учителя математики под руководством преподавателя осваивают алгоритмы структурирования учебной информации для учащихся II–III ступеней общего среднего образования с использованием возможностей дидактических многомерных инструментов (таблицы, блок-схемы и т. д.) и простых веб-ориентированных ресурсов (веб-презентации, онлайн интерактивные доски и т. д.). Например, «Используя возможности Google Disk, создайте электронную таблицу «Свойства тригонометрической функции $f(x) = \sin x$ » (область определения/значения, четность/нечетность, периодичность, промежутки возрастания/убывания, достижение максимального/минимального значения, интервалы положительных/отрицательных значений, нули функций);

2) учебная информация предыдущего витка обогащена алгоритмами решения педагогических задач на основе использования различных существующих веб-ориентированных ресурсов, применения на учебных занятиях по математике информационно емких визуальных изображений (учебные математические апплеты, инфографика, структурно-логические схемы и т. д.) по отдельным учебным темам в готовом виде. Например, «Используя созданную ранее электронную таблицу и возможности онлайн-редактора <https://canva.com>, создайте инфографику по теме «Свойства тригонометрической функции $f(x) = \sin x$ ». Дополните созданную инфографику ссылками на учебные математические апплеты библиотеки сайта <https://urok.1c.ru>;»

3) содержание витка дает возможность учителям математики под руководством преподавателя самостоятельно разрабатывать веб-ориентированные ресурсы, рассматривать различные методические аспекты обучения учащихся навыкам обобщения и структурирования учебной информации по укрупненным темам (логико-смысловые модели, учебные математические апплеты и т. д.). Например, «Используя возможности динамического программного онлайн-сервиса 1С: «Математический конструктор» создайте учебный математический апплет «Тригонометрическая функция (синус)», в котором отображается график тригонометрической функции вида $f(x) = a \cdot \sin(bx + c) + d$, где a, b, d – параметры со значениями от -5 до 5 , шаг изменения $0,1$, c – параметр со значением от $-\frac{\pi}{2}$ до $\frac{\pi}{2}$, шаг изменения $\frac{\pi}{12}$. Настройте

апплет так, чтобы в записи тригонометрической функции $f(x) = a \cdot \sin(bx + c) + d$ отображались значения параметров (коэффициентов) a, b, c, d . Например, $f(x) = -\sin\left(2 \cdot x + \frac{\pi}{3}\right) + 1$ »;

4) предназначен преимущественно для самостоятельного освоения учителями математики способов построения процесса обучения математике с использованием веб-ориентированных ресурсов, что позволяет слушателям самостоятельно обобщить и транслировать свой педагогический опыт коллегам. Например, «Дополните учебный математический апплет $f(x) = a \cdot \sin(bx + c) + d$ еще одним параметром вида $x = e$, где e – параметр со значениями от -5 до 5 , шаг изменения $0,1$. Оформите апплет так, чтобы с его помощью можно было визуализировать решение тригонометрического уравнения вида $a \cdot \sin(bx + c) + d = e$, где a, b, d, e – действительные числа от -5 до 5 , шаг изменения $0,1$, c – параметр со значением от $-\frac{\pi}{2}$ до $\frac{\pi}{2}$,

шаг изменения $\frac{\pi}{12}$. Разработайте сценарий проведения учебного занятия с использованием данных апплетов. Перешлите коллегам для экспертизы разработанный вами апплет и сценарий учебного занятия».

По нашему мнению, в процессе ПКисД учителей математики целесообразно использовать те методы и средства ИИ, которые будут применяться в профессиональной деятельности, а также являются общезначимыми и могут использоваться не только в профессиональной деятельности, но и в обыденной жизни (например, чат-боты). Телеграм-бот «Профессор МГИРО» (@professorMGIRO_bot) разработан на основе технологии нейросетей GPT-4, свободно ведет диалог по содержанию учебной программы повышения квалификации учителей математики по теме «Дидактический дизайн преподавания математики в учреждениях общего среднего образования». Кроме общедоступных баз методической литературы и цифровых образовательных технологий, в телеграм-бот добавлены дополнительные векторные базы: 12 пособий по методике преподавания математики и внешние базы данных, касающиеся применения ИКТ в образовательном процессе.

В целях безопасности и противодействия нарушению нормативных правовых положений, распространению фейков и деструктивной информации, а также с целью соблюдения морально-этических норм педагога алгоритм ИИ телеграм-бота «Профессор МГИРО» жестко ограничен рамками содержания методики обучения математики, психолого-педагогическими требованиями к разработке и внедрению цифровых технологий в образовательный процесс. В случае, если пользователь попытается задать вопрос, выходящий за рамки ограничений, телеграм-бот выдаст ответ – «Извините, но я не могу обсуждать вопросы, не связанные с методикой обучения математике и цифровыми технологиями. Если у Вас есть вопросы по дидактическому дизайну, преподаванию математики или внедрению цифровых технологий в образовательный процесс, я с радостью помогу Вам!».

Следует отметить, что такой опыт взаимодействия с веб-ориентированным ресурсом, полученный учителями математики в процессе ПКисД, будет служить примером практического применения ИИ для предотвращения нарушения кибербезопасности и защиты конфиденциальных данных, а также позволит предупредить такие случаи, когда поисковые запросы и информационное поведение их учащегося может свидетельствовать о деструктивных намерениях.

Заключение. На данный момент еще не в полной мере разрешены психолого-педагогические и морально-этические проблемы, связанные с взаимодействием педагогических работников и особенно учащихся учреждений общего среднего образования с нейронными сетями. В статье представлено описание структуры авторского веб-ориентированного ресурса «Дидактический дизайн преподавания математики в учреждениях общего среднего образования», который является техническим средством обучения соответствующей учебной программы повышения квалификации и активизации самообразовательной деятельности учителей математики в межкурсовый период. Важно отметить, что технологии интернета не станут заменой для преподавателей и учителей, вместо этого они, скорее, придадут их деятельности новое значение, раскроют новые педагогические возможности взаимодействия преподавателей и обучающихся на основе искусственного интеллекта.

Список использованных источников

1. О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 2021 г. № 683 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 02.12.2021, 5/49678. – URL: <http://www.pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100683&p1=1&p5=0> (дата обращения: 03.03.2025).
2. Дидактический дизайн преподавания математики в учреждениях общего среднего образования : методическое обеспечение учебной программы повышения квалификации / разраб.: Д.И. Прохоров. – Минск : Минский городской ин-т развития образования, 2025. – URL: <https://do.minsk.edu.by/course/view.php?id=8832#section-12> (дата обращения: 03.03.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ

Особое значение в настоящее время отводится развивающей парадигме образования. Процесс обучения должен способствовать формированию осознанных и прочных знаний учащихся. Решение текстовых задач является одним из наиболее эффективных средств, реализующих цель образования, связанную с формированием инициативной, творческой личности. Умение решать задачи является одним из основных показателей уровня математического развития, глубины освоения учебного материала. В условиях тотальной информатизации образования важно обучать детей, применяя знания из смежных дисциплин. Внедрение информационных технологий в школьное образование является необходимым шагом для современной школы, которая стремится к обеспечению качественного образования и подготовке учеников к успешной жизни в цифровом обществе.

Ключевые слова: информационные технологии, текстовые задачи, познавательная деятельность, математика, информатика, язык программирования Pascal.

Введение. В условиях глобального информационного пространства цель современного образования заключается в том, чтобы помочь обучающимся усвоить знания, приобрести умения, необходимые для успешной социализации и принятия осознанных и ответственных решений. Для этого требуется целенаправленное формирование у учащихся личностных и метапредметных компетенций. Реализация данной стратегии развития образования связана с внедрением на всех уровнях национальной системы образования компетентного подхода, что позволяет преодолеть разрыв между знаниями учащихся и практической деятельностью.

Решение задач является одним из главных видов учебной деятельности обучающихся. Текстовые задачи являются неотъемлемой частью математического образования. Они имеют множество преимуществ перед другими типами задач: позволяют учащимся понимать возможности использования математического подхода в повседневной жизни, способствуют развитию логического мышления и формированию умений применять знания в новых ситуациях. Задачи развивают творческое мышление обучающихся, выполняют познавательную роль в обучении, формируют систему знаний школьников. Умение решать текстовые задачи является одним из показателей уровня математического развития, глубины освоения учебного материала [1].

Процесс решения задачи состоит из определенных этапов.

1. Анализ задачи. Основная цель данного этапа – осмысление ситуации, описанной в задаче, а также процесс выделения условия и требования, выделение всех отношений между объектами задачи.

Анализ задачи может проводиться по двум направлениям: предметно-содержательный анализ (раскрытие условия задачи в целом, воссоздание реальной ситуации, моделью которой выступает сама задача); логико-семантический анализ (разделение текста задачи на отдельные понятные условия и требования, т. е. выявление структуры задачи).

2. Построение схематической записи задачи – модели, которая помогает переводить текст задачи со словесного в математический язык (в виде схемы; таблицы; чертежа; рисунка; ключевых слов).

3. Поиск пути решения задачи (установление взаимосвязей между данными и искомыми величинами). Осуществить поиск можно двумя способами: от вопроса к данным задачи (аналитический путь); от данных к вопросу (синтетический путь).

4. Выполнение решения.

5. Проверка решения задачи.

6. Анализ решения.

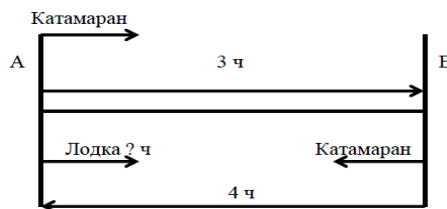
Рассмотрим решение текстовой задачи, подробно разбирая каждый этап.

Задача. Катамаран прошел по течению реки расстояние между двумя пристанями за 3 ч, а обратный путь он совершил за 4 ч. За сколько времени пройдет расстояние между пристанями лодка, выпущенная по течению реки, если скорость течения реки равна 3 км/ч?

1. Анализ задачи.

Специальные вопросы	Возможные ответы
О чем говорится в задаче?	В задаче говорится о двух объектах: лодка и катамаран
Что нам известно о катамаране?	Катамаран совершает путь между пристанями по течению реки за меньшее время (3 ч), чем против течения (4 ч), т. к. имеет некоторую собственную скорость.
Что нам известно о лодке?	Лодка движется со скоростью реки 3 км/ч.
Что нам неизвестно в задаче?	Личная скорость катамарана; расстояние между пристанями; время, за которое лодка проплывет расстояние между пристанями
Что нам необходимо найти?	Время, за которое лодка проплывет расстояние между пристанями

2. Схематическая запись задачи.



3. Поиск пути решения задачи.

Необходимо найти время, которое лодка потратит на то, чтобы проплыть расстояние между пристанями А и В. Нам нужно знать расстояние АВ и скорость течения реки для того, чтобы найти время. Скорость течения реки равна 3 км/ч, а расстояние обозначим буквой s (км). Чтобы связать эти неизвестные величины с данными задачи (время движения катамарана по течению и против течения реки), нужно еще знать собственную скорость катамарана. Она тоже неизвестна, положим, что она равна v км/ч. Отсюда возникает план решения: составить систему уравнений относительно введенных неизвестных.

4. Выполнение решения.

Итак, пусть расстояние АВ равно s км, собственная скорость катамарана – v км/ч, а искомое время движения лодки на пути s км равно x ч. Тогда скорость катамарана по течению реки равна $(v + 3)$ км/ч. За 3 часа катамаран, идя с этой скоростью, преодолел путь АВ в s км. Следовательно,

$$3(v + 3) = s. \quad (1)$$

Против течения катамаран идет со скоростью $(v - 3)$ км/ч, и путь АВ в s км он проходит за 4 ч, поэтому

$$4(v - 3) = s. \quad (2)$$

Наконец, лодка, плывя со скоростью 3 км/ч, прошла расстояние s км за x часов, следовательно,

$$3x = s. \quad (3)$$

Уравнения (1) и (2) образуют систему уравнений относительно неизвестных s и v . Решим ее и найдем $s = 72$ км и $v = 21$ км/ч. Выразим x из уравнения (3) и подставим известное расстояние. Таким образом, мы найдем неизвестную величину x :

$$x = \frac{s}{3} = \frac{72}{3} = 24.$$

5. Проверка решения. Итак, мы выяснили, что лодка проплывает расстояние между пристанями за 24 ч. Следовательно, её скорость, равная скорости течения реки, составляет $\frac{s}{24}$ (км/ч), скорость по течению равна $\frac{s}{3}$ (км/ч), а против течения $\frac{s}{4}$ (км/ч). Для того, чтобы убедиться в правильности решения, достаточно проверить, будут ли равны собственные скорости катамарана, найденные двумя способами:

1) если от скорости катамарана по течению отнять скорость течения реки, то

$$\frac{s}{3} - \frac{s}{24};$$

2) если к скорости катамарана против течения реки прибавить скорость течения реки, то

$$\frac{s}{24} + \frac{s}{4}.$$

Произведя вычисления, получаем верное равенство. Значит, задача решена правильно.

6. Анализ решения.

Мы свели решение этой задачи к решению системы двух уравнений с двумя неизвестными. Нашли их и воспользовались одним из найденных неизвестных, а именно расстоянием. Можно предложить другое решение. Зная, что катамаран проплыл расстояние АВ по течению реки за 3 часа, а против – за 4 часа, найдем, что за 1 час катамаран, идя по течению, проходит $\frac{1}{3}$ часть этого расстояния, а против течения – $\frac{1}{4}$. Тогда разность между ними $\frac{1}{12}$ есть удвоенная часть расстояния АВ, проплываемая плотом за 1 час. Значит, лодка за 1 час проплывет часть $\frac{1}{24}$ расстояния АВ, следовательно, все расстояние АВ не проплывет за 24 часа.

В условиях современного образования, когда информационные и коммуникационные технологии все шире начинают применяться в обучении практически всем школьным дисциплинам, важно строить обучение на основе применения знаний из смежных дисциплин.

Значительная роль в контексте обучения учащихся решению текстовых задач отводится межпредметной связи с информатикой. Знания основ математики не только способствуют развитию познавательного мышления, но и закладывают основы успешного овладения курсом информатики, способствуют развитию алгоритмического и логически последовательного мышления [2].

Информатика в теоретической ее части «выросла» из математики, активно использует математический аппарат. Многие темы курса информатики можно назвать математическими: элементы математической логики; системы счисления; элементы теории вероятностей и математическая статистика; теория графов; теория алгоритмов и некоторые другие. Опыт показывает, что изучение этих тем в информатике позволяет учащимся при изучении математических дисциплинах легче усваивать новые понятия, доказательства тех или иных утверждений, теорем [2].

Большой интерес у обучающихся вызывают интегрированные занятия математика–информатика по темам: «Графический способ решения систем уравнений в среде Microsoft Excel», «Решение неравенств с одной переменной», «Решение уравнений», «Решение квадратных уравнений», «Графики функций и их свойства», «Циклические алгоритмы. Построение графиков тригонометрических функций». Текстовые задачи при точном определении поставленных вопросов и анализе имеющегося условия также могут быть решены с помощью применения языка программирования Pascal.

Рассмотрим пример использования языка программирования Pascal при решении текстовых задач на примере разработки «Тренажёр текстовых задач» для 6 класса.

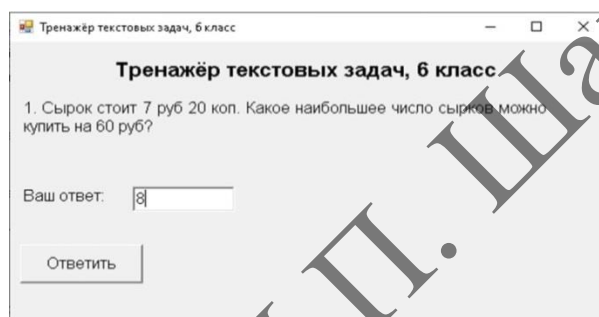


Рисунок 1 – Пример текстовой задачи в разработке «Тренажёр текстовых задач» (6 класс)

В данном тренажёре представлены 10 текстовых задач с окном для ввода ответа учащегося и кнопкой «Ответить». По итогам завершения теста отображается количество правильных и неправильных ответов, введённых учащимся.

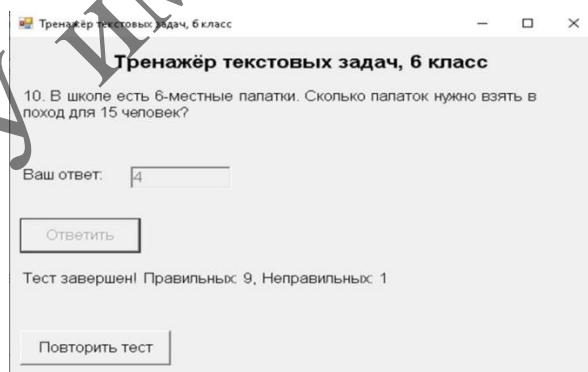


Рисунок 2 – Пример завершения теста в разработке «Тренажёр текстовых задач» (6 класс)

Разработка построена на основе кода языка программирования Pascal с полным описанием задач и возможностью ввода ответа. В систему кода прописывается текст задачи и правильный ответ, на основе этих данных происходит подведение итогов тестирования при завершении теста. Прописывается команда работы кнопки «Ответить» и вывода комментариев «Правильно», «Неправильно». По окончании теста выводится итоговый результат через конкатенацию строк и прописываются команды для вывода комментария «Тест завершён!» и кнопки «Повторить тест».

Таким образом, использование информационных технологий позволяет сделать учебный процесс более интерактивным и увлекательным для учеников, а также поддерживать более гибкий и

индивидуализированный подход к обучению. Благодаря информатике и информационным разработкам учащиеся могут получать более качественные и актуальные знания, развивать навыки цифровой грамотности и готовиться к будущим вызовам современного мира. Присутствие математических знаний на уроках информатики не должно пугать учеников, а наоборот, давать повод задуматься о необходимости математических знаний для получения разностороннего образования. Информатика же, в свою очередь, должна давать возможность использования полученных знаний в новых условиях, способствовать развитию информационной культуры учащихся и формировать умение использовать компьютерные технологии для освоения нового материала.

Список использованных источников

1. Нурбаева, Д.М. О методике обучения учащихся решению текстовых задач разными методами / Д.М. Нурбаева, А.Ж. Кесик // Инновационные подходы к обучению математике в школе и вузе. – Омск : ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», 2021. – С. 99–103.
2. Утепкалиев, С. Методика обучения школьников самостоятельному решению текстовых задач по математике: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки (специальностям): 010103 – «Математика»; 010203 – «Прикладная математика» / С. Утепкалиев, 3. Жанузакова. – М. : Академия Естествознания, 2019. – 126 с.

УДК 372.851

Ж.И. Равуцкая, А.Н. Цыбулич

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ОБУЧЕНИЕ АЛГЕБРЕ В 8 КЛАССЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ МАСТЕРСКИХ

В условиях глобального информационного пространства цель современного образования заключается в том, чтобы помочь обучающимся усвоить знания, приобрести умения, необходимые для успешной социализации и принятия осознанных и ответственных решений. Традиционные методы обучения, основанные на пассивном восприятии информации, уступают место инновационным подходам, активно вовлекающим учеников в процесс познания. Личностно ориентированное образование – перспективное направление развития современной школы. Одной из личностно ориентированных технологий является технология педагогических мастерских.

Ключевые слова: личностно ориентированное образование, технология педагогических мастерских, обучение алгебре, познавательная деятельность, самостоятельная поисковая деятельность.

Введение. Межличностное взаимодействие, играющее значимую роль в развитии и формировании личности, может рассматриваться в совокупности двух или трех составляющих: общение – отношения; общение – отношения – совместная деятельность [1]. Именно в области взаимоотношений «учитель – ученик» особенно явно должна проявиться смена образовательных парадигм: от учительского монолога – к диалогу, от авторитета роли учителя – к взаимозначимости учителя и ученика, от безусловного доминирования взрослого – к взаимодействию. В связи с этим в системе личностно ориентированного образования важная роль отводится технологии педагогических мастерских.

Важным элементом педагогической мастерской является ролевая функция педагога-мастера. Он не только передает знания, но и создает условия для самостоятельного обучения, стимулирует творчество, координирует работу учащихся и помогает им оценивать свои достижения [2].

Педагогическая мастерская – это не просто набор заданий, а структурированный процесс, который проходит через ряд последовательных этапов. На педагогических мастерских используются разнообразные методы и приемы, которые способствуют активному обучению, обмену опытом и развитию профессиональных навыков участников, направлены на развитие критического мышления, командной работы и творческих способностей учащихся [2].

Рассмотрим возможные варианты мастерских по темам «Квадратный корень из числа. Арифметический квадратный корень» (8 класс), «Свойства квадратных корней» (8 класс). Выбор тем обусловлен их практической значимостью.

Практическая значимость темы «Квадратный корень из числа. Арифметический квадратный корень»:

- решение задач из разных областей: понятие квадратных корней применяется в физике (формулы для расчета скорости, ускорения), геометрии (вычисление диагонали квадрата, площади и объема) и других областях;
- решение уравнений: квадратные уравнения, решаемые с помощью квадратного корня, часто встречаются в задачах по математике, физике, экономике и других областях;

- работа с геометрическими фигурами: квадратные корни используются для вычисления длин сторон треугольника по теореме Пифагора, вычисления площадей и объемов фигур;
- развитие абстрактного мышления: изучение квадратного корня требует понимания обратных операций, что развивает логическое мышление и умение анализировать [3; 4].

Практическая значимость темы «Свойства квадратных корней»:

- упрощение выражений: знание свойств квадратных корней позволяет упрощать выражения, что облегчает их вычисление и решение уравнений;
- решение задач: свойства квадратных корней применяются в решении различных задач по алгебре, геометрии и другим дисциплинам;
- развитие алгебраических навыков: знаний свойств квадратных корней позволяет преобразовывать выражения с квадратными корнями и решать уравнения более эффективно [3; 4].

Изучение данных тем является неотъемлемой частью школьного курса математики, так как они закладывают фундамент для дальнейшего изучения математики и применения математических знаний в различных областях. Понимание и применение концепций, рассматриваемых в этих темах, способствует развитию аналитического мышления, логики и способности к решению проблем.

На доске:

1. Тема урока.
2. Правила мастерской.
3. Домашнее задание.

На столах:

1. Памятка для командира.
2. Номер группы.
3. Карточки для самостоятельной работы каждому ученику.

Оборудование:

1. Скотч для афиширования.
2. Фломастеры.

На отдельном столе: карточки с заданиями для определения места ученика при входе в класс.

Мастерская по теме «Квадратный корень из числа. Арифметический квадратный корень»

Дидактическая цель: предполагается, что к окончанию урока учащиеся будут иметь навыки решения ключевых задач квадратных корней и сформируют приёмы решения разноуровневых задач.

Ход мастерской

1. *Индукция (3 мин.).* На перемене перед уроком ученики заходят в класс, каждый берёт карточку с заданием. Решив пример, он садится за тот стол, номер которого получился в ответе. В результате получаем 5 групп. До звонка учащиеся рассаживаются по местам и готовятся к уроку.

- 1) $5x - 9 = 2x - 6$;
- 2) $-x + 6 = 14 + 3x$;
- 3) $7x - 9.7 = -3x - 1.7$;
- 4) $1.3x - 4 = 2.6x + 9$;
- 5) $13 - 2x = 0$.

2. *Организационный момент (3 мин.).* Сообщение цели мастерской, запись в тетрадях числа и темы урока.

3. *Работа в группах. Реконструкция (7 мин.).* На каждом столе лежат 5 карточек с заданиями по определению квадратного корня числа:

- а) $5^2 = x, \sqrt{x} = 5$;
- б) $0,7^2 = x, \sqrt{x} = 0,7$;
- в) $11^2 = x, \sqrt{x} = 11$;
- г) $0,02^2 = x, \sqrt{x} = 0,02$;
- д) $3^2 = x, \sqrt{x} = 3$.

4. *Афиширование. Социализация (первичная) (5 мин.).* Представитель из каждой группы выводит результаты деятельности на доску. Затем они проверяют друг у друга решение заданий, исправляют ошибки и находят верные решения в случае ошибки.

5. *Реконструкция (7 мин.).* Задания группам. Найти значения неизвестной x :

- а) $x^2 = 144, \sqrt{144} = x$;
- б) $x^2 = 49, \sqrt{49} = x$;
- в) $x^2 = 0,81, \sqrt{0,81} = x$;
- г) $x^2 = 4, \sqrt{4} = x$;
- д) $x^2 = 144, \sqrt{144} = x$.

6. *Афиширование. Социализация (6 мин.).* Представитель от каждой группы выходит к доске и выписывает найденные решения. Идет обсуждение значений, высказывание мнений и исправление ошибок.

7. *Инсайт (7 мин.)*. При помощи учителя ученики приходят к выводу и дают понятия арифметического квадрата и извлечения корня: *арифметическим квадратным корнем из числа a называется неотрицательное число, квадрат которого равен a .*

Учитель показывает частные случаи со знаком $(-)$.

8. *Социализация (общеклассная) (4 мин.)*. Подводят итоги работы на уроке, учитель объясняет домашнее задание, которое будет даваться каждому ученику индивидуально.

9. *Рефлексия (3 мин.)*. В конце урока ученики сдают задания. Выставляют смайлики на шкале, соответствующей их настроению.

Мастерская по теме «Свойства квадратных корней»

(изучение нового материала)

Дидактическая цель: предполагается, что к окончанию урока учащиеся будут иметь навыки решения ключевых задач на свойства квадратных корней и сформируют приёмы решения разноуровневых задач.

Ход мастерской

1. *Индукция (3 мин.)*. На перемене перед уроком ученики заходят в класс, каждый берёт карточку с заданием. Решив пример, он садится за тот стол, номер которого получился в ответе. В результате получаем 5 групп. До звонка учащиеся рассаживаются по местам и готовятся к уроку.

1) $-6x = 18$; 2) $15x = 5$; 3) $\frac{x}{9} = -2$; 4) $5x + 50 = 0$; 5) $7x - 2 = 10$.

2. *Организационный момент (2 мин.)*. Сообщение цели мастерской, запись в тетрадях числа и темы урока.

3. *Индивидуальная работа (2 мин.)*:

- дать определение арифметического квадратного корня из числа a : *арифметическим квадратным корнем из числа a называется неотрицательное число, квадрат которого равен a ;*

- дать определение иррациональным числам: *иррациональные числа – бесконечные непериодические десятичные дроби. Множество иррациональных чисел обозначают буквой I .*

4. *Работа в группах. Реконструкция (5 мин.)*. На каждом столе лежат 5 карточек с заданиями по нахождению квадратного корня числа:

а) $\sqrt{-78} = x$; б) $\sqrt{-12} = x$; в) $\sqrt{-66} = x$; г) $\sqrt{-49} = x$; д) $\sqrt{-121} = x$.

5. *Афиширование. Социализация (первичная) (4 мин.)*. Представитель от каждой группы вывешивает результаты деятельности на доску. Затем они проверяют друг у друга решение заданий, исправляют ошибки и находят верные решения в случае ошибки. И получают, что подкоренное выражение принимает только неотрицательные значения.

6. *Реконструкция (4 мин.)*. Задания группам. Найти по определению арифметического квадратного корня следующую зависимость:

а) $(\sqrt{16})^2 = x^2$;

б) $(\sqrt{25})^2 = x^2$;

в) $(\sqrt{3,59})^2 = x^2$;

г) $(\sqrt{0,8})^2 = x^2$;

д) $(\sqrt{5\sqrt{8}})^2 = x^2$.

7. *Социализация (вторичная) (2 мин.)*. В группе ученики находят ответ, и один из них дает ответы перед всем классом.

8. *Реконструкция (5 мин.)*. Найти значение выражения:

а) $\sqrt{36 \cdot 16} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$;

б) $\sqrt{256 \cdot 4} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$;

в) $\sqrt{81 \cdot 0,09} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$;

г) $\sqrt{0,25 \cdot 121} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$;

д) $\sqrt{169 \cdot 0,81} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b} =$.

9. *Афиширование. Социализация (4 мин.)*. Представитель от группы выходит к доске и выписывает найденные решения. Идет обсуждение значений, высказывание мнений и исправление ошибок.

10. *Реконструкция (4 мин.)*. Найти значение выражения:

а) $\sqrt{\frac{25}{36}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$; б) $\sqrt{\frac{121}{0,04}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$; в) $\sqrt{\frac{0,25}{49}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$; г) $\sqrt{\frac{16}{9}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$; д) $\sqrt{\frac{0,09}{0,64}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$.

11. *Инсайт (5 мин.)*. При помощи учителя ученики приходят к выводу и дают определения свойств квадратных корней.

Свойство 1. Квадратный корень из произведения неотрицательных множителей равен произведению корней из этих множителей.

Свойство 2. Квадратный корень из частного равен частному корней из делимого и делителя, если делимое – неотрицательное число, а делитель – положительное.

Свойство 3. Квадратный корень из квадрата числа равен модулю этого числа.

12. *Социализация (общеклассная) (3 мин.).* Подводят итоги работы на уроке, учитель объясняет домашнее задание, которое будет даваться каждому ученику индивидуально.

13. *Рефлексия (2 мин.).* В конце урока, ученики сдают задания. Выставляют смайлики на шкале, соответствующей их настроению.

Мастерская по теме «Свойства квадратных корней» (закрепление материала)

Дидактическая цель: предполагается, что к окончанию урока учащиеся будут иметь навыки решения ключевых задач на свойства квадратных корней и сформируют приёмы решения разноуровневых задач.

Ход мастерской

1. *Индукция (3 мин.).* На перемене перед уроком ученики заходят в класс, каждый берёт карточку с заданием. Решив пример, он садится за тот стол, номер которого получился в ответе. В результате получаем 5 групп. До звонка учащиеся рассаживаются по местам и готовятся к уроку.

а) $\sqrt{32} \cdot \sqrt{2}$; б) $\frac{\sqrt{27}}{\sqrt{3}}$; в) $\sqrt{36 \cdot 25}$; г) $(3\sqrt{7})^2$; д) $\sqrt{0,04 \cdot 81}$.

2. *Организационный момент (2 мин.).* Сообщение цели мастерской, запись в тетрадях числа и темы урока.

3. *Индивидуальная работа (3 мин.).*

- Сформулируйте свойство произведения корней.

Квадратный корень из произведения неотрицательных множителей равен произведению корней из этих множителей

- Сформулируйте свойство деления корней.

Квадратный корень из частного равен частному корней из делимого и делителя, если делимое – неотрицательное число, а делитель – положительное.

- Сформулируйте свойство корня из квадрата.

Квадратный корень из квадрата числа равен модулю этого числа.

4. *Работа в группах. Реконструкция (15 мин.).* Каждая группа получает набор задач на применение свойств квадратных корней (упрощение выражений, решение выражений) из учебника: №1.96, №1.99, №1.102, №1.105, №1.108, №1.113, №1.116.

5. *Афиширование. Социализация (первичная) (4 мин.).* Представитель из каждой группы вывешивает результаты деятельности на доску. Затем они проверяют друг у друга решение заданий, исправляют ошибки и находят верные решения в случае ошибки.

6. *Реконструкция (10 мин.).* Выполнение номеров заданий из учебника: №1.122, №1.124, №1.128, №1.130.

7. *Социализация (общеклассная) (5 мин.).* Подводят итоги работы на уроке, учитель объясняет домашнее задание, которое будет даваться каждому ученику индивидуально.

8. *Рефлексия (3 мин.).* В конце урока, ученики сдают задания. Выставляют смайлики на шкале, соответствующей их настроению.

Таким образом, организация учебного процесса по математике в средней общеобразовательной школе на основе технологии педагогических мастерских способствует: созданию условий для развития интеллектуальных и коммуникативных способностей учащихся; обеспечению внутренней мотивации учащихся на учебную деятельность; овладению учащимися творческими умениями; формированию личности, способной к самосовершенствованию, саморазвитию, успешной социализации.

Список использованных источников

1. Цыбулич, А.Н. Возрастные особенности межличностного взаимодействия в малых группах / А.Н. Цыбулич // От идеи – к инновации: материалы XXX Междунар. студ. науч.-практ. конф., Мозырь, 28 апр. 2023 г. : в 3 ч. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: И.О. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2023. – Ч. 1. – С. 255–256.

2. Запрудский, Н.И. Современные школьные технологии / Н.И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2006. – 288 с.

3. Учебная программа по учебному предмету «Математика» для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания / <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/matematika.html>.

4. 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. – 269 с.

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

В статье автор анализирует влияние современных информационных и компьютерных технологий на образовательный процесс и, в частности, на обучение математике, а также качество усвоения учебного материала.

Ключевые слова: математика, методика преподавания математики, информационные технологии, высшее образование, качество обучения

Введение. В настоящее время мы все чаще слышим о внедрении современных инновационных и информационных технологий во все сферы жизнедеятельности общества, начиная от крупных высокотехнологичных производств и заканчивая гуманитарными сферами: образованием и культурой. И если в первом случае их использование, безусловно, способствует и повышению качества выпускаемой продукции, и росту ее объемов, то в случае с образовательным процессом, как нам кажется, всё не так однозначно.

Основная часть. Под инновационными технологиями в образовании специалисты понимают такую организацию учебного процесса, которая построена на качественно иных принципах, средствах, методах и технологиях обучения и которая позволяет повысить эффективность образовательного процесса. К инновационным технологиям относятся и информационные технологии как совокупность цифровых инструментов, методов и систем: это и компьютерные технологии, и программное обеспечение, и сеть интернет, а также всевозможные образовательные платформы и приложения.

Внедрение информационных технологий в образовательный процесс абсолютно логично и обосновано: невозможно подготовить грамотного, высококвалифицированного специалиста, готового к работе в условиях цифровой экономики, используя устаревшие методики и способы обучения. К тому же сегодняшние студенты – это поколение детей, «родившихся, как говорят, со смартфоном в руках», и этот факт тоже нельзя не учитывать. Преподаватель при планировании учебного процесса по своей дисциплине должен задаться вопросом: а как же правильно и эффективно сочетать классические методы обучения и компьютерные технологии? Нарушенный баланс между ними может нанести существенный ущерб качеству учебного процесса.

Разнообразие современных информационных технологий дает преподавателю возможность выбора в зависимости от того, на каком занятии (лекция или практическое занятие) или с какой целью они используются (объяснение нового материала, актуализация полученных ранее знаний, проверка домашнего задания или контроль знаний). Мы в свое время также активно использовали, например, мультимедийные презентации, созданные с помощью Microsoft PowerPoint, при чтении лекций, особенно по аналитической геометрии. Презентация позволяет использовать не только текст, но и рисунки, анимационные фрагменты, что делает объяснение материала более доступным и понятным, так как пространственное мышление далеко не у всех студентов развито в достаточной мере. Также стоит отметить, что использование презентаций намного ускоряет чтение лекций, что очень важно в условиях сокращения аудиторных часов при остающемся практически неизменном объеме учебного материала. То есть вместо «надиктовывания» определений или формулировок теорем можно включить их в содержание соответствующего слайда и тем самым уделить больше времени доказательству той же теоремы или подробным объяснениям наиболее сложных теоретических моментов, или разбору дополнительного примера, конечно, это при условии, что презентация по лекции доступна студентам. Еще один важный момент касается того, что студенты-первокурсники не умеют вести конспект лекции: они либо просто не могут выделить в ней главное, либо не успевают за ее темпом, поэтому использование презентаций помогает решить и этот вопрос. Однако постепенно мы стали замечать на практических занятиях, что даже «хорошие» студенты не владеют теорией в достаточном для успешного решения задач объеме, а необходимые формулы или методы решения они пытаются найти в своих смартфонах, листая слайды сброшенной презентации. А ведь ее надо было проработать дома, даже не просто прочитать, а возможно, сделать опорный конспект (что обязательно проговаривается на предыдущем практическом занятии)! Еще одна проблема, с которой пришлось столкнуться, – это снижение посещаемости лекций, причем с очень простым объяснением самих студентов: а зачем ходить, если презентацию потом «сбросят»? Таким образом, получается, что от такого чтения лекций больше вреда, чем пользы? Безусловно, это вовсе не означает, что нужно отказаться от использования презентаций, а скорее говорит о том, что должен быть правильный баланс между традиционным чтением лекций и использованием мультимедийных презентаций. Может кому-то покажется устаревшим чтение лекций с мелом в руках, но как нам кажется, что для математики это оптимальный вариант, когда студент может увидеть не сразу готовый результат (будь то доказательство

теоремы или решение задачи), а быть непосредственным участником его получения, тем самым вырабатывая в себе умение логически мыслить, анализировать, сопоставлять, делать выводы, а ведь именно в этом, а не только в передаче каких-то конкретных знаний, и состоит назначение математики.

Отдельно хотелось бы остановиться на электронных образовательных ресурсах (ЭОР), разработанных преподавателями кафедры как по «Линейной алгебре и аналитической геометрии», так и по «Математическому анализу». ЭОР включает в себя в том числе видеоконтент (лекции и практические занятия, записанные нашими доцентами), а также файлы с теоретическим материалом и разобранными типовыми примерами в pdf-формате. И казалось бы, что мешает студенту, которому может быть не все было понятно на занятиях, просмотреть лишний раз не очень продолжительный видеоролик, причем в удобное для себя время? Однако, как показывает статистика системы электронного обучения (СЭО), «заглядывает» в ЭОР всего несколько человек со всего потока, причем это, как правило, хорошо учащиеся студенты, а те, кому это действительно необходимо, этим не пользуются. И как бы настойчиво не рекомендовали студентам обращаться именно к кафедральным ЭОРах, а не смотреть ролики с сомнительным качеством объяснения материала в Youtube, они этого не слышат. Как результат, на очередной вопрос на экзамене: «А где вы научились так решать?», в ответ слышим: «Ну я ролики в интернете смотрел...».

Также разработанные ЭОРы включают в себя и тестовые задания по всем темам, которые позволяют проводить как тренировочные, так и контрольные тесты. Казалось бы, это очень нужно и полезно и, для преподавателя и для студента. Но и здесь все не так однозначно. Когда данная система тестов только начинала использоваться, то результаты теста абсолютно коррелировались с оценками по обычным контрольным работам, однако со временем появилась тенденция: студент все меньше времени тратит (а это позволяет отследить сама СЭО) на выполнение теста, но оценка становится все выше и это, безусловно, приводит к определенным выводам. Кто и кого пытается обмануть? Очень жаль, что была проделана огромная работа по разработке тестов, а ее результатами пользоваться по сути нецелесообразно, так как они не выполняют той функции, ради которой были созданы.

К сожалению, доступность любой информации в сети интернет очень негативно сказалась и на способности студентов запоминать учебный материал. И здесь речь не идет о том, что они должны помнить абсолютно всё, включая доказательства теорем, а хотя бы минимум основных определений и формул, без которых невозможно успешное усвоение учебного материала. И совсем бесполезно говорить студенту о том, что слова «зачем мне это помнить, если я всегда это могу найти в интернете» звучат глупо... Как же можно научиться считать интегралы, не зная производных? Или как научиться решать дифференциальные уравнения, не имея знаний по интегралам? Ведь каждая последующая тема, как правило, опирается на предыдущую и знания, как бусинки, должны нанизываться одно за другим и опираться друг на друга, а если этого нет? Базовые основные знания всегда должны быть «под рукой», то есть в голове, а не в смартфоне или интернете. Интернет, безусловно, великая вещь, которая предоставляет невероятно огромный выбор и онлайн-библиотек, и обучающих курсов, но самое главное – использовать его возможности во благо и для собственного развития. А в действительности интернет используется для того, чтобы просто с какого-нибудь онлайн-решебника, переписать домашнее задание или решение типового расчета, абсолютно ни о чем при этом не задумываясь, что в последнее время наблюдается все чаще, и в результате при изучении геометрических приложений определенного интеграла и вычислении с его помощью объема некоторого тела приходится проверять тройные интегралы, которые вообще не входят в учебную программу...

Также хочется затронуть и вопрос компьютерных пакетов типа Mathematika, MATLAB и др., которые дают возможность быстро решить любую задачу. А вот целесообразно ли знакомить с ним студентов-первокурсников? И в каком объеме? И когда это делать: во время практических занятий или вводить такой новый вид учебных занятий по математике, как лабораторные работы? Как нам кажется, это не очень простые вопросы, которые требуют внимания и детальной проработки. Ведь если студент поймет, что любой интеграл, даже самый сложный, может быть вычислен в считанные минуты, то насколько он будет мотивирован изучать разные методы интегрирования? И это касается не только интегралов, но и любой другой темы, входящей в программу высшей математики. Да, как будущие инженеры (а готовит БГУИР в том числе и инженеров по различным специальностям) наши студенты должны владеть математическими компьютерными пакетами, но, может быть, сначала у них нужно сформировать определенную культуру мышления, привить навыки самостоятельного поиска решения той или иной задачи, развить умение анализировать, обобщать, делать выводы? Чтобы использование прикладных пакетов дополняло, а не подменяло собственную работу.

Заключение. Хочется отметить, что использование информационных технологий в учебном процессе не должно рассматриваться как единственно возможный способ повысить качество обучения и не как самоцель. Математика является одним из главных предметов в техническом университете, и именно от качества ее преподавания и, соответственно, усвоения студентами зависит успех и эффективность всего процесса обучения, и поэтому преподавателям необходимо очень скрупулезно и грамотно подходить к используемым методикам и технологиям.

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Данная статья посвящена формированию на уроках математики составляющих функциональной грамотности. Авторы рассматривают примеры, которые позволяют решать основную задачу обучения – развитие способностей использовать приобретаемые знания, умения и навыки для широкого диапазона жизненных задач в различных сферах деятельности. Авторы приходят к выводу, что главной задачей в системе образования является формирование функциональной грамотности личности обучающегося, чтобы каждый учащийся мог компетентно войти в контекст современной культуры в обществе, уметь выстраивать тактику и стратегию собственной жизни.

Ключевые слова: функциональная грамотность, формирование, методы, приемы, умения, ситуации.

Введение. Современная система образования направлена на формирование у учащихся функциональной грамотности, то есть на способность человека вступать в отношения с внешней средой и максимально быстро адаптироваться в ней и решать практические задачи. Роль педагога в этом процессе очень важна, он выступает как организатор и координатор познавательной деятельности учащихся. Для вовлечения в учебный процесс с целью формирования функциональной грамотности необходимо организовать деятельность учащихся, разнообразить урок различными методами и приемами.

Методы познавательной деятельности направлены как на усвоение теоретических знаний, так и на формирование практических навыков, на самостоятельность поиска возможных способов решения поставленных задач.

Чтобы не потеряться в потоке информации, уметь объективно анализировать и обобщать, у учащихся должна быть сформирована читательская грамотность. Как писал К.Д. Ушинский: «Читать – это еще ничего не значит: что читать и как понимать читаемое – вот в чем главное дело».

Формируя читательскую грамотность при работе с объяснительным материалом учебника, целесообразно использовать приемы, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Приемы, формирующие читательскую грамотность

Прием, формирующий читательскую грамотность	Примеры формирования читательской грамотности
Пропущенные слова	Тема «Квадрат». Квадратом называется..., у которого ...стороны...
Несоответствия в тексте	Тема «Квадрат». Квадратом называется четырехугольник, у которого все стороны перпендикулярны
Составление текста (правила) из предложенных слов	Тема «Квадрат». Две, прямоугольных, делят, диагонали, равных, квадрат, на, треугольника, четыре, равнобедренных

При работе с текстом при решении текстовых задач наиболее эффективны приемы: интеллект-карта, составление схем (таблиц), блок-схем.

Тема. Квадратное уравнение.

Задание. Используя текст параграфа, составить блок-схему решения квадратного уравнения $ax^2 + bx + c = 0$.

Решение:

– при $D < 0$ корней не имеет;

– при $D > 0$ имеет два корня $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$;

– при $D = 0$ имеет единственный корень $x = -b/a$.

Блок-схема решения квадратного уравнения представлена на рисунке 1.

При формировании читательской грамотности у учащихся отрабатываются навыки работы с текстом, поиска необходимой информации, понимание смысла текста.

Сформировать математическую грамотность поможет правильно заданный вопрос, связанный с практической жизнью. Учебный предмет «Математика» 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.

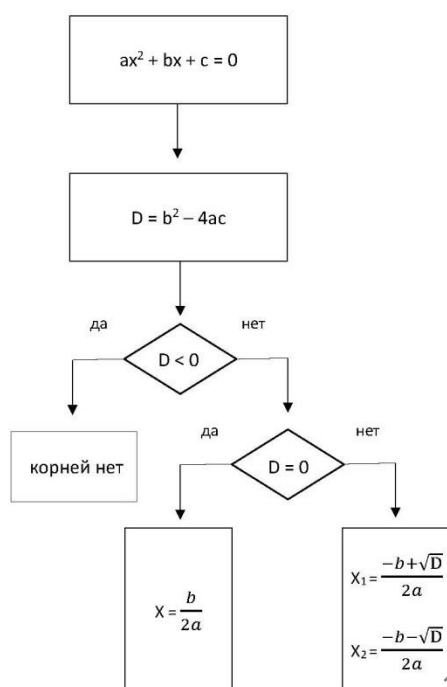


Рисунок 1 - Блок-схема решения квадратного уравнения

Решение задачи. «Автомобиль и выбросы CO₂».

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 CO₂. Сколько CO₂ автомобиль выбрасывает в атмосферу за день, за год, если владелец в среднем проезжает на нем 50 км в день? Сколько CO₂ не попадет в атмосферу во время проведения акции «День без автомобиля», если 50 тысяч автомобилистов вашего города воспользуются в этот день услугами общественного транспорта?»

Ожидаемый результат. Расчет выбросов CO₂ 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.

Часто учащиеся не осознают применение математических знаний в реальной жизни. Использование заданий, связанных с жизненными ситуациями, направлено на формирование как математической, так и финансовой грамотности. Для того, чтобы освоить финансовую грамотность, педагоги моделируют для учащихся ситуации с банковскими продуктами, денежными операциями, другими инструментами финансового рынка. В рамках проекта «Личный и семейный бюджет» учащиеся проводят анализ ситуаций, выполняют математические расчеты. Для того, чтобы купить дорогую вещь, необходимо задуматься над тем, хватит ли семейного бюджета.

В качестве примера рассмотрим следующую ситуацию: «Таня хочет купить новый мобильный телефон, который стоит 4000 рублей. Родители предложили девочке вести учет доходов и расходов семьи, состоящей из трех человек, за месяц. Затем рассчитать возможность данной покупки».

Решение.

Примерный доход семьи за месяц:

- зарплата папы – 2400 рублей;
- зарплата мамы – 1800 рублей.

Примерный список расходов семьи за месяц:

- продукты – 2000 рублей;
- ЖКХ – 200 рублей;
- проезд – 100 рублей;
- платные занятия в школе – 50 рублей;
- корм собаке – 120 рублей.

Итого расход семь составил 2470 рублей, экономия – 1730 рублей. Таня сможет купить телефон через три месяца.

Примеры задач по теме «Проценты».

1. Рассчитать, какой процент от семейного бюджета в 4200 рублей составят затраты на первоклассника.
2. Рассчитать, сколько процентов от общих затрат составит стоимость школьного костюма на мальчика.

3. Рассчитать, сколько процентов от общих затрат составит стоимость школьного платья на девочку.

Умение человека применять естественнонаучные знания для решения поставленного вопроса, ориентироваться в современных технологиях, применять выработанный навык решать поставленные задачи обдуманно, с помощью алгоритма – все это говорит об естественнонаучной грамотности.

Исследование – это один из методов познания. Исследуя объекты, явления, процессы в окружающем мире, человек получает новые знания, необходимые для осуществления эффективной практической деятельности [1, с. 6]. В таблице 2 отражены этапы формирования исследовательских умений.

Таблица 2 – Этапы формирования исследовательских умений

1 этап 5–7 класс	2 этап 8–9класс	3 этап 10–11 класс
Стимулирование исследовательской активности учащихся на основе имеющихся представлений. Развитие умений ставить вопросы, высказывать предположения, наблюдать, анализировать факты, явления, обнаруживать неполноту имеющихся знаний, сотрудничать, планировать последовательность действий при проведении опыта. Формирование первоначальных представлений об исследовательской деятельности.	Приобретение новых представлений об особенностях деятельности исследователя. Развитие умений определять тему исследования, анализировать, сравнивать, формулировать выводы, оформлять результаты исследования. Видеть несоответствие в имеющихся данных, видеть противоречие в деятельности, формулировке проблемы, отбирать необходимый инструментарий. Поддержание инициативы, активности и самостоятельности учащихся.	Пополнение исследовательского опыта учащихся через дальнейшее накопление представлений об исследовательской деятельности, ее средствах и способах. Осознание логики исследования, развитие умений по применению методов математической статистики. Умение выдвигать гипотезу, выдвигать возможные варианты решения. Усложнение опытно - исследовательских задач; ориентация процесса образования на постановку и решение самими учащимися учебно-исследовательских задач.

Учащиеся принимают активное участие в учебно-исследовательской деятельности. Под исследовательской деятельностью учащихся понимается решение творческих, исследовательских задач, проблемных ситуаций с заранее неизвестным или почти неизвестным для исследователя результатом [2, с. 5].

В основе развития функциональной грамотности лежит прежде всего освоение предметных знаний, понятий, ведущих идей. Следовательно, главной задачей в системе образования является формирование функциональной грамотности личности обучающегося, чтобы каждый учащийся мог компетентно войти в контекст современной культуры в обществе, умел выстраивать тактику и стратегию собственной жизни.

Список использованных источников

1. Запрудский, Н.И. Настольная книга для учителя физики и астрономии : пособие для учителя/ Н.И. Запрудский, К.А. Петров. – Минск : Сэр – Вит, 2009. – 224 с.
2. Гусев, С.В. Настольная книга юного исследователя / С.В. Гусев. – Минск : Беларус. асоц. «Конкурс», 2015. – 80 с.

УДК 37.016:537.2

А.И. Серый

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

О РАЗЛИЧНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЯХ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА В КУРСЕ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

В табличной форме предложена сравнительная характеристика смыслового содержания плотности электрического заряда для разных пространственных масштабов. Таблицы могут найти применение в образовательном процессе при изучении электростатики.

Ключевые слова: плотность электрического заряда; электростатика; сравнительная таблица.

Введение. Несмотря на то, что в вузовском курсе электродинамики при изучении раздела «Электростатика» вводится такая величина, как физически бесконечно малый объем, встречаются задачи

(например, об атоме водорода), при решении которых использование такого типа объема нельзя считать корректным. Поэтому с учетом известного тезиса «все познается в сравнении» представляется интересным дать сравнительную характеристику некоторых задач, в которых исходные формулы для плотности электрического заряда принципиально различаются.

Одной из форм отображения результатов сравнительного анализа является таблица, которая при обобщении и закреплении материала может играть роль опорного конспекта. Утверждения о том, что такие таблицы могут в той или иной степени заменить текст учебного пособия или контент электронного учебно-методического комплекса, являются спорными; при этом опыт использования подобных таблиц в образовательном процессе приводит к выводу, что часть студентов воспринимает подобные дидактические новации положительно.

В некоторых известных пособиях по физике с таблицами и схемами [1; 2] не удалось обнаружить таблиц на обсуждаемую в данной публикации тему. По мнению автора, указанные пособия по качеству содержания превосходят другие пособия по физике (встречающиеся в книжных магазинах Республики Беларусь), названия которых предполагают наличие в них таблиц и схем, поскольку при ознакомлении с такими пособиями оказывается, что вместо таблиц и схем на большинстве страниц присутствует только текст (в том числе с формулами) в рамках с оформлением.

В связи с изложенным выше возникает необходимость отдельного составления таблиц на тему «Плотность электрического заряда».

Основная часть. Ниже представлена таблица 1, в которой сравниваются подходы к введению физической величины, называемой плотностью электрического заряда, на макроскопическом и микроскопическом уровнях.

Таблица 1 – Плотность электрического заряда ρ в разных задачах

	Объект исследования	
	Заряженное макроскопическое тело	Электрон в атоме водорода
Масштаб	Макроскопический	Микроскопический
Определение ρ	$\rho = dq/dV$, где dq – заряд в объеме dV	$\rho = e \psi ^2$, где e – заряд электрона, ψ – его волновая функция
Смысл dV в задачах с интегрированием	физически бесконечно малый объем (линейные размеры намного меньше макроскопических размеров всей системы, но намного больше размеров атомов и молекул) [3, с. 49, 50; 4, с. 54]	бесконечно малый объем (линейные размеры намного меньше размеров атома, т. е. не как у физически бесконечно малого объема)
Выражение для ρ	зависит от выбранной модели пространственного распределения электрического заряда [5, с. 48, 49].	зависит от состояния электрона в атоме, которое определяется на основе выражения для волновой функции [5, с. 49, 51]
Примеры со сферической симметрией	симметрично заряженный шар (даже в этом случае возможны варианты)	электрон в основном состоянии атома водорода

Примеры со сферической симметрией, упомянутые в таблице 1, удобны для исследования в случае применения электростатической теоремы Гаусса, поскольку в этом случае в сферических координатах требуется вычисление интегралов по одной переменной.

Задачи первого типа встречаются чаще, и это можно объяснить разными причинами. Некоторые из них перечислены в таблице 2.

Таблица 2 – Причины преимущественной распространенности задач первого типа (таблица 1) в электростатике

Курс физики	Задачи второго (таблица 1) типа	
	могут вовсе не встречаться, поскольку	могут все-таки встречаться, поскольку
Общая физика	волновая функция изучается в разделе «Физика атома», который изучается после раздела «Электричество и магнетизм»	с волновой функцией студенты могут быть знакомы со школьного курса физики
Теоретическая физика	волновая функция изучается в разделе «Квантовая механика», который изучается после раздела «Электродинамика»	с волновой функцией студенты могут быть знакомы после изучения курса общей физики

Таблицы такого типа следует отличать от справочных таблиц, в которых сравниваются значения одних и тех же физических величин для разных веществ, а не понятия либо законы, теории, методы и т. д., как в таблицах такого типа, который обсуждается в данной работе. Справочные таблицы могут изредка встречаться в хорошо известных учебных пособиях [3, с. 424, 429, 442, 511; 4, с. 179; 6, с. 62, 94]; существуют также пособия, являющиеся, по сути, сборниками справочных таблиц [7]. Другие специфические

разновидности справочных таблиц (относящиеся только к курсу электродинамики) связаны: а) со сравнением записи одних и тех формул курса электродинамики в гауссовой системе и СИ; б) со сравнением единиц измерения одних и тех же величин в тех же двух системах [4, с. 479–485; 6, с. 579–586].

Заключение. Таблицы 1 и 2 могут быть использованы при изучении электростатики как темы в разделе «Электричество и магнетизм» (либо «Электродинамика») курса физики (преимущественно вузовского). Они вряд ли могут заменить тексты учебных пособий, но могут быть полезными при повторении пройденного материала, в том числе при подготовке к контролю знаний.

Публикация дополняет статью [8, с. 17–19], в которой обсуждается методика изучения темы «Физически бесконечно малый объем» с использованием сравнительных таблиц при обобщении и закреплении материала.

Список использованных источников

1. Физика в таблицах. 7–11 кл. : справочное пособие / авт.-сост. В.А. Орлов. – 11-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2008. – 63 с.
2. Физика. Справочник школьника и студента [Текст] / [Р. Гёбель и др. ; пер. с нем.: В.М. Горбатова и др.] ; под ред. Рудольфа Гёбеля. – 3-е изд., испр. – М. : Дрофа, 2003 (ОАО Можайский полигр. комб.). – 366 с.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д.В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – Т. 3 : Электричество. – 688 с.
4. Савельев, И.В. Курс общей физики : учеб. пособие : в 3 т. / И.В. Савельев. – М. : Наука, 1982. – Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с.
5. Сборник задач по теоретической физике : учеб. пособие для вузов / Л.Г. Гречко [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1984. – 319 с.
6. Калашников, С.Г. Электричество / С.Г. Калашников. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1977. – 592 с.
7. Кошкин, Н.И. Справочник по элементарной физике / Н.И. Кошкин, М.Г. Ширкевич. – 10-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1988. – 256 с.
8. Серый, А.И. К методике изучения темы «физически бесконечно малый объем» в курсе электродинамики / А.И. Серый // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее : сб. ст. XXXVII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2022. – С. 17–19.

УДК 37.016:535.36

А.И. Серый

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМ «МУТНЫЕ СРЕДЫ», «РАССЕЯНИЕ СВЕТА В ГАЗАХ» И «РАССЕЯНИЕ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ» В КУРСЕ ОПТИКИ

В табличной форме предложены сравнительные характеристики: а) окраски различных участков неба; б) тиндалевского и рэлеевского рассеяния; в) основных типов рассеяния света в газах и кристаллах; г) разновидностей мутных сред. Таблицы могут найти применение в образовательном процессе при изучении оптики.

Ключевые слова: рассеяние света; мутные среды, молекулярная оптика, кристаллооптика.

Введение. В курсе оптики изучаются темы «Мутные среды», «Рассеяние света в газах» и «Рассеяние света в кристаллах»; частным случаем рассеяния первого типа является рассеяние света в атмосфере. Некоторые сведения, относящиеся к указанным темам, можно оформить в виде таблиц. Следует отметить, что в пособиях [1] и [2] (которые можно считать одними из лучших примеров таблично-схематического подхода к изложению курса физики) такие таблицы обнаружить не удалось.

Основная часть. При рассеянии света в газах и кристаллах выделяют вклад, называемый молекулярным рассеянием; в обоих случаях оно противопоставляется другому типу рассеяния. Результаты соответствующего сравнительного анализа представлены в таблице 1, составленной на основе сведений из [3, с. 602, 608; 4, с. 463–465].

Таблица 1 – Основные типы рассеяния света в газах и кристаллах

	Газы	Кристаллы
Молекулярное рассеяние	Есть (рэлеевское)	Есть
Другой тип рассеяния	Эффект Тиндала	Паразитный свет
Другой тип рассеяния обусловлен наличием	частиц посторонних веществ (пыли)	вкраплений, микротрещин и других дефектов кристалла
Примечание	Теоретическое объяснение двух типов рассеяния дано Рэлеем и М. Смолуховским	Молекулярное рассеяние зависит от температуры, паразитное – нет. Исследования проведены Г.С. Ландсбергом

Рэлеевский и тиндалевский типы рассеяния более подробно сравниваются в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение тиндалевского и рэлеевского рассеяния

	Тиндалевское рассеяние	Рэлеевское рассеяние
1. Иное название	Эффект Тиндаля [3, с. 598]	Молекулярное рассеяние [3, с. 602]
2. Чем рассеивается свет	Посторонними частицами [3, с. 602]	Молекулами воздуха [3, с. 602]
3. Какие флуктуации показателя преломления воздуха делают среду мутной	Обусловленные присутствием мельчайших частиц постороннего вещества [3, с. 598]	Тепловые [3, с. 602]
4. Роль с ростом высоты над земной поверхностью	убывает [3, с. 602]	возрастает [3, с. 602]
5. Автор первой теории	Рэлей [3, с. 598] (1871)	М. Смолуховский (1908) [3, с. 602]

В таблице 3 сравниваются красный и синий цвета неба с точки зрения условий наблюдения, доли прямого излучения и теоретического объяснения.

Таблица 3 – Красный и синий цвета при наблюдении неба

	Красный цвет	Синий цвет
1. Где и когда наблюдается	У зорь, а также Солнца вблизи моментов восхода и заката [3, с. 602]	У участков неба вдали от Солнца в любое время суток, кроме ночи
2. Доля прямого излучения	Выше, чем в случае синего цвета	Ниже (преобладает рассеянное излучение) [3, с. 602]
3. Объяснение	Длинноволновая (красная) часть спектра рассеивается слабее	Коротковолновая (синяя) часть спектра рассеивается сильнее

В таблице 4, составленной на основе [4, с. 463], сравниваются некоторые разновидности мутных сред. В данную классификацию не включены твердые тела типа перламутра, опалов и молочных стекол.

Таблица 4 – Некоторые разновидности мутных сред

Название, тип смеси	Среда	Мельчайшие частицы в среде
1. Дым (взвесь)	Газ	Твердые
2. Туман (взвесь)	Газ	Частицы жидкости
3. Взвесь или суспензия	Жидкость	Твердые
4. Эмульсия	Жидкость	Частицы другой жидкости, нерастворимой в жидкой среде

Данный перечень таблиц, очевидно, не может считаться исчерпывающим. Можно предлагать учащимся заполнение подобных таблиц в качестве самостоятельных заданий творческого характера. Более высокий уровень сложности заданий – составление таблицы «с нуля» на основе имеющихся сведений; здесь требуется умение самостоятельно подбирать как сравниваемые объекты (предметы) исследования, так и вопросы (категории) для сравнительного анализа.

Заключение. Таблицы 1–4 могут быть использованы при изучении раздела «Оптика» курса физики (как школьного, так и вузовского).

Публикация дополняет статьи [5, с. 59–61; 6, с. 54; 7, с. 170–174; 8, с. 247–250], посвященные использованию сравнительных таблиц в курсе оптики при обобщении и закреплении материала.

Список использованных источников

1. Физика в таблицах. 7–11 кл. : справочное пособие / авт.-сост. В.А. Орлов. – 11-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2008. – 63 с.
2. Физика. Справочник школьника и студента [Текст] / [Р. Гёбель и др. ; пер. с нем.: В.М. Горбатова и др.] ; под ред. Рудольфа Гёбеля. – 3-е изд., испр. – М. : Дрофа, 2003 (ОАО Можайский полигр. комб.). – 366 с.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д.В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.
4. Савельев, И.В. Курс общей физики : учеб. пособие : в 3 т. / И.В. Савельев. – М. : Наука, 1982. – Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с.
5. Серый, А.И. О различных эффектах, связанных с изменением длины световой волны / А.И. Серый // Современные научные проблемы и вопросы преподавания теоретической и математической физики, физики конденсированных сред и астрономии : сб. материалов VII Респ. науч.-практ. конф., Брест, 23–24 окт. 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. В.С. Секержичского. – Брест, 2019. – С. 59–61.
6. Серый, А.И. О сходстве некоторых эффектов оптики / А.И. Серый, З.Н. Серая // Научно-методические аспекты преподавания общей физики в вузе : сб. материалов регион. науч.-метод. семинара,

посвящ. 80-летию со дня рождения В.М. Косарева, Брест, 26–27 марта 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. В.С. Секержицкого. – Брест, 2020. – С. 54.

7. Серый, А.И. О методике преподавания оптики в вузовском курсе физики / А.И. Серый, З.Н. Серая // Наука – практике : сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 15 мая 2020 г. : в 2 ч. / Барановичск. гос. ун-т ; редкол. : В.В. Климук [и др.]. – Барановичи, 2020. – Ч. 1. – С. 170–174.

8. Серый, А.И. О различных формулах для показателей преломления в курсах оптики и нейтронной физики / А.И. Серый // Актуальные проблемы интеграции науки и образования в регионе [Электронный ресурс] : материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием); Бузулукский гуманитарно-технолог. инс-т (филиал) ОГУ. – Электрон. дан. (1 файл: 8 МБ). – Оренбург : ОГУ, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): зв., цв.; 12 см. – Систем. требования: Компьютер Intel; AMD 2.0 ГГц; MS Windows XP; оперативная память 2 Гб; доп. программные средства: веб браузер; Adobe Acrobat Reader – Загл. с этикетки диска. – С. 247–250.

УДК 372.851

В.В. Травин

ГБОУ «Гимназия г. Калинин»

ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ И СТЕПЕННЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ В КРУЖКОВОЙ РАБОТЕ ПО МАТЕМАТИКЕ

В данной статье рассматриваются основные задачи, связанные с показательными и степенными выражениями и уравнениями, а также рассматриваются методы решений таких уравнений. Показаны основные подходы, которые выделяются в решении таких задач для рассмотрения на кружках и факультативах.

Ключевые слова: логарифм, показатель, показательное уравнение, степень.

Введение. С выражениями и степенями мы связаны на протяжении самых разнообразных задач, например, расчёты в геометрической прогрессии или поиск процентов в счетах вкладов. Выделяют *степени* и *показатели*, которые могут быть самой разнообразной природы. Так, например, в базовом уравнении $2^x = 4$ ответ лежит на поверхности и равен 2. Однако вольнодумство с определением степени при любых значениях переменных может отразить достаточно важную суть математических понятий и обозначений. Так, уравнение $3^x = 5$ без понятия *логарифма* является вопросом на засыпку. А что представляет собой логарифм?

Задача 1. Решите уравнение $3^x = 5$.

Решение. Ответ в задаче известен и записывается так: $x = \log_3 5$. Как самостоятельно получить ответ на вопрос задачи? Для этого будем рассматривать приближения степени по недостатку и избытку. А именно заметим, что $3^1 < 3^x = 5 < 3^2$. Это означает, что искомый показатель x находится между числами 1 и 2. Далее имеем, $4,6555367... = 3^{1,4} < 3^x = 5 < 3^{1,5} = 5,196152...$. То есть искомый показатель находится между числами 1,4 и 1,5. Далее получим исходя из приближений следующее: $4,972754... = 3^{1,46} < 3^x = 5 < 3^{1,47} = 5,027687...$, что показывает расположение нашего показателя между числами 1,46 и 1,47. Продолжая данный процесс, мы получим иррациональное число, которое и есть наш логарифм $x = \log_3 5$.

А на каком основании мы можем уверенно утверждать то, что у нас получится именно это число? На самом деле при постоянном увеличении точности левое и правое число будут стремиться к одному и тому же числу. Это говорит о том, что и число, которое расположено между ними, также будет стремиться к этому же числу.

Тем не менее фразы «возвести в степень» и «взять логарифм» имеют разное объяснение для степеней различной природы. Так, определение для натуральных чисел имеет простое объяснение: запись 3^9 означает умножение числа 3 указанное количество раз – 9. Но не всегда видно сразу, сколько раз нужно перемножить число, чтобы получить результат.

Задача 2. Решите уравнение $(2 + \sqrt{3})^x = 7 + 4\sqrt{3}$.

Решение. Ответ в задаче можно записать через логарифм от определённых выражений, но мы поступим несколько иначе. Дело в том, что по формуле квадрата суммы получим следующее: $7 + 4\sqrt{3} = 2^2 + (\sqrt{3})^2 + 2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} = (2 + \sqrt{3})^2$. Это означает, что уравнение имеет вид $(2 + \sqrt{3})^x = (2 + \sqrt{3})^2$, или $x = 2$.

Тем не менее для дальнейших чисел операция возведения в степень сталкивается с рядом спорных моментов для введения определений. Для отрицательных чисел, например, оно говорит, что $6^{-5} = \frac{1}{6^5}$.

Обобщая, можно записать справедливое равенство $a^{-k} = \frac{1}{a^k}$, где $a \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$ и $k \in \mathbb{N}$. Однако для нуля

отрицательную степень определить так не получится, поскольку на ноль в натуральной степени нельзя делить. Возведение в нулевую степень позволяет записать, например, равенства $2^0 = (-5)^0 = 1$. И возникает вопрос с нулём. Можно ли записать, что справедливо равенство $0^0 = 1$?

Для ответа на этот вопрос рассмотрим график функции $y = x^x$ при положительных значениях аргумента (рисунок 1). Исходя из расположения графика, можно сказать, что если и определить число ноль в нулевой степени, то его значение расположено рядом с единицей. Также обратим внимание на то, что с увеличением аргумента при $x > 1$, возрастает и значение функции. Это означает, что при $x > 1$ функция возрастает.

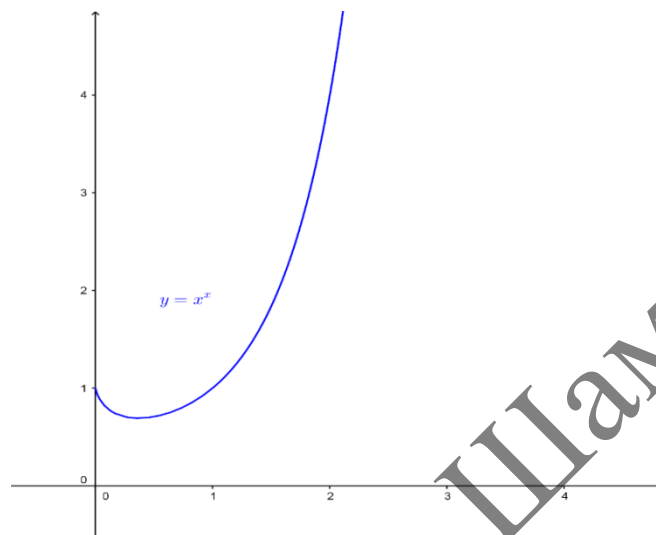


Рисунок 1 – График функции $y = x^x$

Задача 3. Решите при $x > 1$ уравнение $x^x = 4$ [1].

Решение. Ввиду того, что искомая функция $y = x^x$ является возрастающей на данном промежутке, то данное уравнение имеет не более одного корня. Так как $2^2 = 4$, то $x = 2$. А изменения условия уравнения на $x^x = 0,25$ при любых значениях аргумента подталкивает читателя на весьма важные вопросы, связанные с пониманием понятия степени. Например, вопрос о том, является ли $x = -2$ корнем этого уравнения? И также вопрос о том, как искать корни данного уравнения?

Уравнения, в которых переменная входит как в основание, так и в показателе степени, называются *показательно-степенными*. Одним из основных таких уравнений принято считать уравнение вида $f(x)^{g(x)} = f(x)^{h(x)}$, где $f(x)$, $g(x)$ и $h(x)$ представляют собой выражения с переменными. До сих пор нет единого соглашения касательно способов решения данных уравнений и трактовок понятия корней таких уравнений. Для понимания примерного алгоритма решения таких уравнений, рассмотрим пример.

Задача 4. Решите уравнение $x^{2x+4} = x^{20}$.

Решение. Из условия не следует ограничения на переменную $x > 0$. Для решения уравнения рассмотрим следующие варианты возможных решений. Первый случай, это когда $x = -1$ и выражения $2x + 4$ и 20 при этом имеют одинаковую чётность. Это так, поскольку при $x = -1$ число 20 и выражение $2x + 4 = 2$ оба чётные. Второй случай, когда $x = 0$ и выражения $2x + 4$ и 20 при этом должны быть больше нуля. Это выполнено, так как $2x + 4 = 4 > 0$. Третий случай, когда $x = 1$ и выражения $2x + 4$ и 20 оба должны иметь смысл, что выполнено. И, наконец, последний случай, когда $2x + 4 = 20$ и выражения x^{2x+4} и x^{20} имеют смысл. Решая последнее уравнение, находим $x = 8$. При нём выражения $8^{2 \cdot 8 + 4}$ и 8^{20} равны между собой и имеют смысл. Объединяя все ответы, получим $-1, 0, 1$ и 8 .

Отметим существенный комментарий к предыдущей задаче. В рамках решения уравнений достаточно часто используют решение с использованием свойств функций. Если предыдущее уравнение рассматривать с точки зрения функционального подхода, то функция в левой части равенства $f(x) = x^{2x+4}$ считается, как правило, определённой при $x > 0$. В этом случае ответы -1 и 0 нам не подходят. Это замечание относится и к неравенствам, содержащим показательно-степенные выражения.

Список задач кружковой работы для самостоятельного решения (в скобках указаны ответы и комментарии к решению):

1. Решите уравнение $4^x = 71$. ($\log_4 5 \approx 1,161$).
2. Решите уравнение $(1 + \sqrt{2})^x = 3 + 2\sqrt{2}$. ($x = 2$).

3. Существует ли натуральное число n , при котором справедливо равенство $(\sqrt{n}-1)^n = 3-n\sqrt{n}$? (Да, $n = 2$).
4. В какую степень n надо возвести число $\sqrt{2}-1$, чтобы получить $\sqrt{2}+1$? (В степень $n = -1$).
5. Рациональным или иррациональным является число $\log_2 7$? (Иррациональным).
6. Является ли число $\log_{2+\sqrt{7}}(11+4\sqrt{7})$ целым? (Да).
7. Решите при $x > 1$ уравнение $x^x = 3125$. ($x = 5$).

Список использованных источников

1. Травин, В.В. Решение нестандартных задач по алгебре, геометрии, комбинаторике, теории графов, теории множеств : учебное пособие / В.В. Травин. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 128 с. – (Серия «Коллекция идей»).

УДК 372.851

Е.Ж. Трушевич

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска»

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В V КЛАССЕ

В статье рассматриваются задачи для учащихся V класса занимательного содержания, решение которых помогает развивать логическое мышление, навыки вычисления, смекалку и интерес к предмету.

Ключевые слова: занимательные задачи, головоломки, интерес к математике, логическое мышление.

Введение. Математика – предмет, который часто вызывает у школьников противоречивые чувства. Одни видят в ней строгую логику и красоту, другие – скучные формулы и сложные вычисления. Задача учителя – помочь каждому учащемуся увидеть в математике не только инструмент для решения задач, но и увлекательный мир, полный загадок и открытий. И здесь на помощь приходят занимательные задачи.

Занимательные задачи на уроках математики в V классе – это мощный инструмент для развития логического мышления, смекалки и интереса к предмету. Они отвлекают от рутинных вычислений и переносят ребят в мир головоломок, где нужно применять нестандартные подходы. Такие задачи помогают увидеть математику не как набор правил, а как увлекательную игру.

Задачи занимательного содержания позволяют:

- повысить интерес к предмету (задачи, представленные в игровой форме, вызывают у детей любопытство и желание найти решение);
- развить логическое мышление (решение занимательных задач требует анализа, сопоставления фактов, построения гипотез и их проверки);
- улучшить понимание математических концепций (занимательные задачи помогают увидеть применение математических знаний в реальных ситуациях);
- развить навыки решения нестандартных задач (учащиеся учатся находить нестандартные подходы к решению проблем, что пригодится им не только в математике, но и в жизни);
- сформировать положительное отношение к математике (успешное решение занимательных задач приносит удовлетворение и уверенность в своих силах);
- развить коммуникативные навыки (обсуждение задач в группе способствует развитию умения аргументировать свою точку зрения и слушать других).

Существует множество видов занимательных задач, которые можно использовать на уроках математики в V классе. Рассмотрим примеры некоторых из них.

Числовые задачи, которые требуют выполнения арифметических действий, но представленные в интересной форме. Например, задачи на нахождение закономерностей, задачи с подвохом, задачи на смекалку.

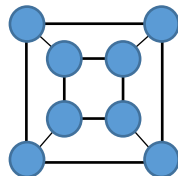
Задача 1. Какова масса щуки, если известно, что масса её головы и туловища вместе 12 кг, туловища и хвоста – 10 кг, а головы и хвоста – 8 кг.

Задача 2. На покраску одного окна требуется 2 литра краски. В девятиэтажном доме по 13 квартир на каждом этаже. В каждой квартире по 3 окна. Сколько литров краски потребуется для покраски всех окон в доме?

Задача 3. Если в 12 часов ночи идет дождь, то можно ли ожидать, что через 48 часов будет солнечная погода?

Числовые задачи часто представляют собой головоломки. Полезно перед решением такой задачи не спешить, а просто немного поиграть в них.

Задача 4. Расставьте числа от 1 до 8 так, чтобы сумма чисел в вершинах каждого четырехугольника (2-х квадратов и 4-х трапеций) равнялась 18.



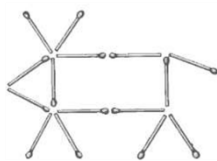
Числовые ребусы – это задачи, в которых цифры заменены буквами или другими символами. Задача состоит в том, чтобы расшифровать ребус и восстановить числовое выражение.

Задача 5. Решите ребус, если известно, что наибольшая цифра в числе СИЛЕН равна 5:

$$\begin{array}{r} + \text{РЕШИ} \\ \text{ЕСЛИ} \\ \text{СИЛЕН} \end{array}$$

Задачи со спичками – это задачи, которые интересны как взрослым, так и детям. Решаются достаточно легко, увлекательны, развивают внимание и логику.

Задача 6. На рисунке вы видите корову, у которой есть все, что полагается: голова, туловище, ноги, рога и хвост. Корова на рисунке смотрит влево. Переложите ровно две спички так, чтобы она смотрела вправо.



Небольшая занимательная задача поможет активизировать мыслительную деятельность учащихся и настроить их на работу.

Логические задачи. Решать логические задачи очень увлекательно. В них как будто нет никакой математики, а есть только лжецы и мудрецы, истина и ложь. Но в это же время математика в них чувствуется сильнее всего – половина решения любой математической задачи состоит в том, чтобы как следует разобраться в условии, распутать все связи между участвующими объектами.

Задача 7. 2024 человека выстроились в шеренгу. Каждый из них – рыцарь или лжец (рыцари всегда говорят правду, лжецы всегда лгут). Каждый заявил: «Слева от меня есть рыцарь». Сколько рыцарей могло быть в шеренге?

Задача 8. Встретились три друга: Александр, Борисов и Владимиров. Владимиров сказал своему другу, которого зовут Борисом: одного из нас зовут Александром, другого – Борисом, третьего – Владимиров, но ни у одного из нас имя не соответствует фамилии. Как звали каждого из друзей?

Задачи по комбинаторике помогают развивать аналитические способности и логическое мышление. Учащиеся учатся рассуждать о том, как различные объекты могут сочетаться и взаимодействовать друг с другом. Кроме того, знания в области комбинаторики формируют базу для понимания более сложных математических концепций, таких как вероятности и статистика.

Задача 9. Сколько трехзначных чисел можно составить, используя цифры 7, 4, 5?

Задача 10. Переплетчик должен переплести 12 различных книг в красный, зеленый и коричневые переплеты. Сколькими способами он может это сделать?

Задачи на взвешивание, переливание, разрезание. Для решения многих этих задач не требуется обладание какими-либо специальными познаниями, достаточно только смекалки.

Задача 11. У трёх ромашек количество лепестков равно 5; 8; 11. Таня может оторвать одновременно от любых двух по лепестку. Верно ли утверждение, что Таня сможет оставить равное количество лепестков у всех трёх?

Задача 12. По двум прямым линиям разрежьте квадрат так, чтобы из полученных частей можно было сложить два новых квадрата.

Задачи на четность. Решение таких задач помогает развивать навыки анализа и мышления, так как необходимо рассмотреть различные случаи и сделать выводы. Многие задачи решаются путем использования свойств четности чисел.

Задача 13. Ваня и Дима играют в игру: они решили между числами 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 ставить знак «−» или «+». Если в результате получится нечетное число, то выиграет Дима, если четное, то – Ваня. Кто выиграет, если первый ход делает Ваня?

Задача 14. Можно ли разменять 25 рублей при помощи десяти купюр достоинством в 1, 3 и 5 рублей?

При выборе задач необходимо учитывать возрастные особенности и уровень подготовки ребят. Задачи должны быть посильными, но в то же время достаточно сложными, чтобы вызвать интерес. Решение занимательных задач разного типа позволит развивать различные аспекты математического мышления.

Использование занимательных задач на уроках математики в V классе – это эффективный способ повысить интерес к предмету, развить логическое мышление и творческие способности обучаемых. Правильно подобранные и умело представленные задачи помогут каждому учащемуся увидеть в математике не только строгую науку, но и увлекательный мир, полный загадок и открытий.

Список использованных источников

1. Минская городская платформа дистанционного обучения : [сайт]. – Минск, 2021. – URL: <https://do.minsk.edu.by> (дата обращения: 29.03.2025).
2. Балаян, Э.Н. Лучшие олимпиадные и занимательные задачи по математике: 5–6 классы / Э.Н. Балаян. – Ростов н/Д : Феникс, 219. – 247 с.

УДК 51 (072) (043.3)

Е.И. Федорова¹, Н.Г. Александрович²

¹Минский городской институт развития образования

²ГУО «Средняя школа № 48 г. Минска имени Ф.А. Малышева»

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ С НЕВЫСОКИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данной статье рассматриваются проблемы обучения учащихся с невысокими результатами учебной деятельности, необходимости формирования у них предметных умений и навыков для последующего формирования у них математической грамотности.

Ключевые слова: предметные умения, математическая грамотность, невысокие результаты учебной деятельности.

Введение. Процесс обучения математике не должен сводиться к обычному накоплению знаний, а должен ориентироваться на создание условий для интеллектуального развития учащихся, так как математическое образование это «не только процесс овладения учащимися системой математических знаний, но и процесс формирования познавательных умений и навыков, и развитие этой основе мировоззрения, нравственных и других качеств личности, развития ее творческих сил и способностей» [3, с. 1]. Способность человека решать стандартные жизненные задачи в различных сферах жизни и деятельности на основе прикладных знаний является основной задачей развития функциональной грамотности [2]. Одним из компонентов функциональной грамотности является математическая грамотность, которая понимается как «способность человека мыслить и рассуждать математически, формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах». [1, с. 7]. Все это возможно при прочном усвоении учащимися предметных знаний, умений и навыков, предусмотренных школьной программой по математике. Однако не все учащиеся усваивают данные знания, умения и навыки в полной мере. Несмотря на очевидную необходимость математического образования, достаточно длительное время наблюдается снижения мотивации учащихся к изучению математики. Следует отметить, что большинство разрабатываемых методик, программ, технологий, приемов направлены на «идеальных учащихся», то есть учащихся со средним и высоким уровнями учебной деятельности. Однако во многих учреждениях образования есть учащиеся, которые имеют невысокие результаты учебной деятельности при изучении математики.

В настоящее время в школах обучаются дети из различных по социальному статусу семей: достаточно большое количество учащихся, воспитывающихся в неполных семьях, в многодетных семьях; есть учащиеся, состоящие на различных видах учета; учащиеся, находящиеся в социально-опасном положении; учащиеся с особенностями психо-физического развития; учащиеся, имеющие инвалидность, а также учащиеся из социально-педагогического центра. Особенность таких учащихся состоит в том, что в большинстве случаев у них невысокие результаты учебной деятельности, низкая мотивация к обучению, проблемы с дисциплиной на уроках. Поэтому педагоги сталкиваются с проблемой организации учебного процесса для таких учащихся. Большинство учащихся с невысокими результатами учебной деятельности планируют поступать в колледжи на различные специальности, где будут применять полученные знания и умения в своей будущей профессиональной деятельности. Поэтому умения применять знания и умения на практике для них также необходимы.

Таким образом, в настоящее время очевидна необходимость усиления внимания к развитию математической грамотности у учащихся с невысокими результатами учебной деятельности, формирования у учащихся умений применять полученные знания на практике, а также повышению мотивации у учащихся к изучению математики.

Среди форм, наиболее способствующих развитию математической грамотности, мы выделили обучающие самостоятельные работы, графические и практические работы, работа в парах, в группах. Большая роль нами отводится нетрадиционным урокам: уроки наоборот, интегрированные и бинарные уроки.

Обучающие самостоятельные работы – это работы, которые учащиеся выполняют с некоторой помощью со стороны педагога или одноклассников. Очевидно, что когда идет традиционный урок «один у доски-остальные на местах», то большая часть учащихся просто переписывают с доски готовое решение, хотя во многих случаях могли бы справиться с заданием самостоятельно. Кроме того, к доске выходить желают не все учащиеся, так как могут бояться насмешек одноклассников, имеющих более высокие результаты учебной деятельности. Во время обучающей самостоятельной работы учащиеся работают в своем темпе, в любой момент могут получить консультацию по возникающим вопросам. Такая форма работы требует от учителя большой отдачи на протяжении всего урока, так как почти каждому учащемуся с невысокими результатами учебной деятельности понадобится помощь, и учителю придется сделать не один круг по классу между парт, но зато результаты такого урока всегда положительны.

Практические работы дают возможность учащимся самостоятельно делать необходимые измерения и далее использовать их при решении задач. Например, при изучении функций можно предложить учащимся самостоятельно вывести значение числа π : дети приносят из дома различные предметы круглой формы, делают необходимые вычисления и самостоятельно выводят отношение длины окружности к его диаметру.

Графические работы на уроках математики (алгебры) формируют следующие умения: построение графиков функций, заданных различными способами, преобразование графиков, «чтение» графиков функций и т. д. Так, например, можно предложить учащимся в качестве творческого задания построить график использования ими мобильного телефона в течение дня, недели, месяца. Такое задание дает еще и воспитательный эффект, так как учащиеся видят, сколько времени они тратят впустую.

Работа в парах (группах) также дает возможность каждому учащемуся учиться в своем темпе, кроме того, взаимодействие с одноклассниками дает хороший эффект, так иногда учащиеся с низкими результатами учебной деятельности иногда стесняются попросить о помощи учителя. Хороший эффект дает привлечение к проведению уроков учащихся старших классов, особенно тех, кто выбрал профессию учителя. Уроки «наоборот» дают возможность учащимся самостоятельно изучить теоретический материал дома, разобрать примеры, и к следующему занятию прийти уже с готовыми вопросами, где и что им было непонятно. После самостоятельного изучения учащимися теоретического материала по учебнику, даже если он ничего не поймет с первого раза, слушать объяснение учителя на следующем уроке ему уже будет гораздо легче.

Очень хороший эффект дают нетрадиционные уроки: интегрированные и бинарные. В начале урока учитель физики объясняет свой материал, а учитель математики помогает разобраться с математическими знаниями и умениями, которые необходимы для решения данного задания. У учащихся с невысокими результатами учебной деятельности часто возникают трудности с применением математических знаний и умений в других дисциплинах.

Например, на уроке биологии рассматривается следующая задача.

Масса тела человека 90 кг. Определить, сколько азота в составе белка содержится в организме данного человека, если масса белка в организме составляет 17 % от массы тела, а азота в белке содержится 16 %.

Сначала учитель биологии объясняет все необходимые моменты с точки зрения биологии, затем подключается учитель математики и напоминает учащимся, что такое процент, как находится процент от числа и как работать с десятичными дробями. Так как речь идет об учащихся с невысокими результатами учебной деятельности, данная форма урока будет для них очень полезна.

Для решения проблемы формирования предметных умений у учащихся с невысокими результатами учебной деятельности можно использовать методы и приемы работы с учащимися с невысокими результатами учебной деятельности: «лови ошибку»; выполнение заданий с проговариванием и объяснением; использование алгоритмов, памяток; «неожиданное» повторение; использование устных упражнений; выполнение индивидуальных творческих заданий; использование техник визуализации учебной информации; видеоконсультация.

Метод «Лови ошибку» позволяет уделить внимание превентивной деятельности по предупреждению ошибок такого типа. Выполнение заданий с проговариванием и объяснением каждого этапа решения формирует у учащихся устную математическую речь. Использование алгоритмов и памяток поможет учащимся с невысокими результатами учебной деятельности пользоваться готовым путеводителем при решении задач. Устные упражнения будут развивать память, внимание, вычислительные навыки. Индивидуальные творческие задания дадут возможность работать учащимся в своем темпе и на своем уровне, а также будут способствовать повышению мотивации к изучению математики. Различные техники визуализации (ментальная карта, кластер, логическая цепочка и др.) позволят учащимся с невысокими результатами учебной деятельности запоминать большие объемы информации. Положительный эффект дает прием «неожиданное повторение». Во время урока учитель может в любой момент убрать с доски только что разобранный материал (решенную задачу, пример) и попросить любого учащегося повторить только что записанную на доске информацию.

Наиболее эффективным приемом, как показал личный опыт, являются видеоконсультации. Такие консультации помогают учащимся не только повторно просмотреть дома объяснение нового материала, но и самостоятельно справиться с домашним заданием. Учитель может создать группу учащихся

определенного класса в вайбере, и сбрасывать туда короткие видео, содержащие или фрагмент урока, или помощь по решению домашнего задания. Если к примеру, в качестве домашнего задания был предложен номер, состоящий из 6–10 подпунктов, то учитель решает 1–2 подпункта с объяснением, сбрасывает видео, остальное учащиеся делают сами. В настоящее время достаточно большое количество видеуроков можно найти в сети Интернет, но, как правило, учащиеся привыкают к стилю изложения материала своего учителя, и использовать такую видео подсказку будет более продуктивно.

Список использованных источников

1. Горбунова, М.Б. Некоторые результаты участия Республики Беларусь в исследовании PISA-2018 по математической грамотности / М.Б. Горбунова // Весн. адукацый. – 2021. – № 6. – С. 5–14.
2. Тяглова, Е.Г. Формирование математической грамотности учащихся на уроках математики посредством заданий, представленных в контексте реальных жизненных ситуаций / Е.Г. Тяглова, Р.Л. Васильева // Нижегородское образование. – 2020. – № 2. – С. 72–78.
3. Фирсов, В.В. О прикладной ориентации курса математики / В.В. Фирсов // Математика в школе. – 2006. – № 7. – С. 2–13.

УДК [373.3.016:51]:159.924.24

Л.В. Федорова, А.В. Коробчук

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ С ПОМОЩЬЮ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ

В статье рассмотрена проблема развития творческих способностей младших школьников при обучении математике. Средством решения проблемы выделены текстовые задачи. Особое внимание уделено методическим рекомендациям по развитию у учащихся творческих способностей с помощью текстовых задач.

Ключевые слова: начальная школа, творческие способности, математика, текстовые задачи.

Введение. Развитие творческих способностей учащихся является одним из основных приоритетов современной системы образования Республики Беларусь. Это обусловлено необходимостью подготовки молодого поколения к жизни в быстро меняющемся мире, где информация устаревает с высокой скоростью. Современным учащимся важно не только владеть определенным объемом знаний, но и уметь применять их в нестандартных ситуациях, а также уметь создавать новые идеи и находить нестандартные решения разнообразных проблем и задач.

Актуальность темы развития у учащихся творческих способностей на протяжении многих десятилетий привлекает внимание ученых из разных областей: психологии, педагогики, философии и др. Данную тему изучали З. Фрейд, К. Юнг, А. Маслоу, К. Роджерс, Дж. Гилфорд, Э. Торренс, Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, Д.Б. Эльконин, Д.Б. Богоявленская, В.В. Давыдов, К.Д. Ушинский, Н.Ф. Талызина, А.А. Столяр и др. Так, на основе экспериментальных данных Д.Б. Богоявленская пришла к выводу о необходимости и важности формировать творческие способности у детей в младшем школьном возрасте [1].

Такие психологические факторы, как повышенная любознательность и стремление к познанию нового, а также такие физиологические факторы, как активное развитие мозга и нервной системы, обуславливают период младшего школьного возраста как наиболее благоприятный для развития творческих способностей.

Текстовые задачи в начальной школе – это не просто вид упражнений, а средство для решения многих важных педагогических задач, в том числе и развитие у учащихся творческих способностей.

Результативность процесса развития творческих способностей младших школьников с помощью текстовых задач напрямую зависит от организации данного процесса, которую следует реализовывать, учитывая следующие методические рекомендации:

- 1) формирование мотивации и интереса к учебному предмету и процессу обучения решению задач (использование занимательных задач, задач на смекалку, на внимательность и др.);
- 2) создание атмосферы творчества и сотрудничества (приветствие различных предложений учащихся по поиску решения задачи, даже если решение предложено неправильное или нерациональное);
- 3) обучение решению задач с привлечением разнообразным приемов и методов обучения (переформулировка текста задачи; составление задач, обратных и аналогичных данной; организация мозговых штурмов при поиске решения задачи; моделирование задачи различными способами; использование приема «Что, если...?» и др.);

4) организация разнообразных форм деятельности (фронтальная работа для обсуждения текста задачи и поиска ее решения, работа в парах и группах для решения задачи разными способами, самостоятельная работа для решения нестандартных или исследовательских задач и др.);

5) оценивание результатов деятельности (оценивание не только правильности и рациональности решения задачи, но и его оригинальности, а также активности учащихся; организация системы достижений);

6) разработка комплекса текстовых задач.

Результативности развития творческих способностей младших школьников способствует использование грамотно разработанного комплекса текстовых задач, реализация чего должна основываться на следующих принципах:

1. Учет возрастных особенностей учащихся.

В младшем школьном возрасте доминирует наглядно-образное мышление. У учащихся изначально остается в памяти то, что производит на них наибольшее впечатление, запоминается самое интересное, неожиданное, эмоционально значимые ситуации. Поэтому при отборе текстовых задач важно ориентироваться на конкретные образы и жизненные ситуации, знакомые младшим школьникам. Задача должна для учащихся представлять визуальную модель, где вместо абстрактных величин можно, например, использовать предметные модели (конфеты, фрукты, игрушки и т. д.).

Эмоциональная составляющая также является важной в процессе развития творческих способностей. Поэтому текстовые задачи должны вызывать у учащихся позитивные эмоции. В связи с этим сюжет задачи должен соответствовать интересам младших школьников. Это могут быть сюжеты, основанные на любимых сказках, мультфильмах, играх и др.

2. Доступность.

При выборе задач для младших школьников важно, чтобы текст задачи был доступным. Необходимо использовать простые предложения без сложных терминов и неоднозначных формулировок. Переизбыток информации может сбивать учащихся и мешать им сосредоточиться на решении задачи.

Данный принцип основывается на подборе задач таким образом, чтобы учащиеся смогли успешно справиться с ними, исходя из своего текущего уровня подготовки и потенциала дальнейшего роста. Это позволит избежать перегрузки и снизит риск потери мотивации у учащихся.

В связи с этим, отбор доступных текстовых задач необходимо осуществлять, учитывая:

- соответствие уровня текстовых задач текущему уровню математических знаний и потенциала развития учащихся (задачи должны быть соотнесены с ранее освоенным учебным материалом; не допускается использование слишком простых задач);

- постепенное усложнение задач (путем введения дополнительных условий, изменения типа задачи, вопроса задачи с целью увеличения количества действий и др.);

- возможность применения опорных схем.

3. Метапредметность.

Сегодня обучение математике в начальной школе основывается на усвоении не только предметных, но и на развитии метапредметных компетенций – умений применять знания в различных контекстах, устанавливать межпредметные связи. При данном подходе у учащихся формируется подход к изучению математики как к системе знаний для познания мира. Достижение метапредметных результатов формирует «каркас» знаний, в который встраиваются предметные знания [2].

Реализацию данного принципа можно достичь с помощью интеграции знаний из различных учебных предметов (сюжет текстовых задач может включать элементы из других предметных областей: литература, история, человек и мир и др.). Например, в задаче для решения может требоваться анализ литературного текста, чтобы извлечь необходимые для решения данные; можно решить задачу на определение скорости движения персонажа из сказки и др. При решении подобных задач учитель должен акцентировать внимание на тех моментах, где пересекаются разные учебные предметы, показывая учащимся особенность и ценность полученных знаний.

4. Практикоориентированность.

При применении практико-ориентированного подхода в обучении математике «значительно повышается эффективность обучения благодаря повышению личного статуса учащегося и практико-ориентированному содержанию изучаемого материала», а также «практико-ориентированный подход развивает интерес учащихся к творчеству, позволяет им познать радость творческой деятельности» [3, с. 7].

Для результативности реализации данного принципа необходимо учитывать, что текстовые задачи должны быть тесно связаны с реальной жизнью, соответствуя возрастным особенностям и интересам учащихся. В задачах необходимо моделировать сюжеты, отражающие правдоподобные ситуации, с которыми сталкиваются младшие школьники в реальной жизни, и по возможности, требующие поиска нестандартных решений. Задачи важно подбирать такие, которые будут способствовать развитию практических навыков учащихся. Например, это могут быть задачи на финансовую грамотность, проектирование, конструирование, планирование, расчет ингредиентов для приготовления пищи и т. д.

5. Разнообразие.

Данный принцип подразумевает уход от однотипных заданий и переход к использованию более широкого спектра дидактических материалов, которые отличаются по содержанию, структуре, форме представления. В контексте изучения начального курса математики разнообразие является инструментом индивидуализации обучения, позволяющим создать условия для развития творческих способностей каждого учащегося.

Данный принцип может реализоваться через:

– использование разнообразных типов задач – логических (способствуют развитию логического мышления, умения анализировать, выявлять заданные закономерности и делать обоснованные выводы), комбинаторных (развивают систематическое мышление, умение находить рациональные решения), нестандартных (способствуют развитию креативности, учат младших школьников увидеть проблему под новым углом и найти нестандартное решение) и др.;

– представление текста задачи в разных формах (с помощью рисунка, графика, диаграммы, таблицы, видеоролика, анимации, отрывка из фильма, сказки, мультфильма, игры и др.).

Таким образом, сегодня проблема развития творческих способностей младших школьников на уроках математики является важной педагогической задачей, требующей практического решения, в частности с помощью текстовых задач. Для решения указанной проблемы важно придерживаться ряда выделенных методических рекомендаций, что предусматривает творческий подход учителя и его готовность к экспериментам в процессе обучения решению текстовых задач. Применение выделенных рекомендаций будет способствовать не только организации процесса осознанного обучения решению различных текстовых задач, но и формированию устойчивого интереса к математике, а главное – развитию у младших школьников творческих способностей.

Список использованных источников

1. Богоявленская, Д.Б. О предмете исследования творческих способностей / Д.Б. Богоявленская // Психологический журнал. – 1995. – Т. 16, № 5. – С. 49–58.

2. Метапредметные и личностные образовательные результаты школьников: новые практики формирования и оценивания : учеб.-метод. пособие / под общ. ред. О.Б. Даутовой, Е.Ю. Игнатевой. – СПб. : КАРО, – 2015. – 160 с.

3. Филонова, Л.Н. Практико-ориентированный подход в обучении математике : учеб. пособие / Л.Н. Филонова. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2024. – 92 с.

УДК 372.853

С.Н. Холодова

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ К РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

В статье показано, что уроки, на которых решаются сложные задачи по физике, могут быть достаточно продуктивными, если показывать практико-ориентированный характер изучаемых законов и явлений при решении сложных задач. Одна из главных задач учителя физики – научить школьника анализировать условие задачи. Поэтому правильно понятое условие – это половина решенной задачи. Чтобы научить школьников решать задачи повышенной сложности, учитель должен сам владеть методами и «фишками» решения таких задач. Знать в совершенстве математический аппарат, используемый при решении задач.

Ключевые слова: задачи повышенной сложности, олимпиада по физике.

Введение. Как повысить интерес школьников к изучению физики? Это актуальный вопрос в современном образовании. Школы оснащаются новым оборудованием, появляется возможность делать исследовательские проекты по физике. Но число обучающихся, которые выбирают итоговым экзамен по физике, не увеличивается. Мы считаем, что решение физических задач повышенной сложности, а они почти всегда нестандартные, позволит решить многие проблемы современного образования в сфере изучения предмета физика. Разбор и решение таких задач по словам самих обучающихся позволяет лучше понимать изучаемый предмет, а мы считаем, что и осваивать научные методы познания.

Достаточно широко в настоящее время развивается олимпиадное движение школьников. Победа и вхождение в число призеров на всероссийской олимпиаде по физике и ряде других перечневых олимпиадах позволяет поступить в выбранный вуз без экзаменов. Поэтому школьники, которые выбирают связать дальнейшее обучение в технических вузах, стараются принимать участие в олимпиадах по физике разного уровня.

Если обучающиеся готовятся к олимпиаде и решают задачи повышенного уровня сложности, то и решение задач на ЕГЭ по физике у них не вызывает затруднений. Отметим, что задачи, которые воспринимаются как сложные, требуют обычных базовых знаний по физике и немного больше знаний по математике. Сейчас достаточно много создано специальных центров, которые работают с одаренными школьниками. Мы считаем, что учитель физики на уроках, если это классы с углубленным изучением предмета, или во внеурочное время на дополнительных занятиях, может подготовить школьников к решению задач повышенной сложности [1].

Рассмотрим некоторые особенности решения задач повышенной сложности. Прием: проверяем все способы, предлагаемые в задаче. Мы не знаем, какой способ будет верным, поэтому попробуем решить все варианты, которые предлагаются в условии задачи.

Задача. При варке сосиска лопается. Как она лопнет? Вдоль или поперек? И почему?

В олимпиадных задачах часто необходимо ввести дополнительные данные, которые могут помочь объяснить решение. Такое данное в этой задаче может быть максимальное натяжение, которое выдерживает материал оболочки сосиски σ . Эта величина равна отношению силы, распределенной вдоль края к длине этого края $\sigma = \frac{F}{l}$. Еще одну величину введем – радиус сосиски R .

При решении задачи будем рассматривать два варианта.

1. Пусть сосиска лопается поперек. Мысленно разрежем ее поперек, Δp избыточное давление, которое возникает при варке (рисунок 1).

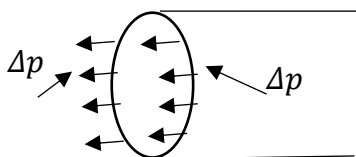


Рисунок 1 – Разрез с избыточным давлением при разрезе поперек

Тогда стрелками на рисунке указана сила, которая удерживает правую часть сосиски. Предположим, что разрыв происходит по этой линии, тогда сила натяжения $F = 2\pi R\sigma$, а с другой стороны, эта сила натяжения удерживает то давление Δp , которое действует на сечение сосиски S . Следовательно, $F = 2\pi R\sigma = \Delta p \pi R^2$. Отсюда получаем давление, которое разорвет сосиску поперек $\Delta p = \frac{2\sigma}{R}$.

2. Пусть сосиска лопается вдоль. Разрежем ее мысленно вдоль (рисунок 2).

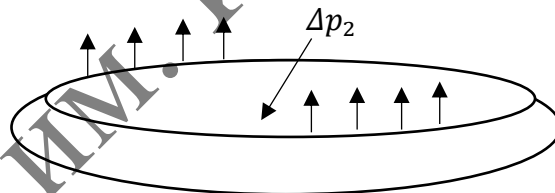


Рисунок 2 – Разрез с избыточным давлением при разрезе вдоль

Стрелками на рисунке показана сила, которая будет разрывать сосиску. Этот разрыв противодействует избыточному давлению Δp_2 $F = 2L\sigma = \Delta p_2 L 2R$, где L – длина сосиски, а произведение $L 2R = S$, тогда $\Delta p_2 = \frac{\sigma}{R}$.

Сравнивая Δp и Δp_2 , видим, что давление в первом случае в два раза больше, чем во втором. Следовательно, делаем вывод, что, когда давление достигнет значения Δp_2 , сосиска уже лопнет.

Как показывает практика работы с учащимися при решении олимпиадных задач, трудности вызывают качественные, логические, оценочные задачи, в которых надо установить причинно-следственные связи. Прием решения задач: ввод дополнительных данных. Например, задача: за время снегопада выпало 20 мм осадков. Оцените, на сколько градусов изменилась температура воздуха. При решении задачи учащиеся определяют, что температура может измениться за счет силы сопротивления и предлагают один из способов решения задачи. $A_c = mgh$; $Q = cm_b \Delta t$; где m_b – масса воздуха. Массу воздуха можно выразить $m_b = \rho Sh$. Тогда $mgh = c\rho Sh\Delta t$. Отсюда можно найти изменение температуры, но надо оценить массу снега m , которая покрывает площадку, обозначенную буквой S . Если учитывать условие задачи, то 20 мм осадков – это примерно 20 кг снега на один квадратный метр. Если школьники готовятся к олимпиадам и решают большое количество задач повышенной сложности, то такая интерпретация количества осадков не вызывает затруднений. Рассчитаем удельную теплоемкость воздуха

$c_v = \frac{7}{2} \frac{R}{M} \approx \frac{7}{2} \frac{8,31}{0,09} \approx 800$. Плотность воздуха возьмем $1,2 \text{ кг/м}^3$. Подставляя эти значения в формулу $\Delta t = \frac{m}{s} \frac{g}{c_v \rho}$, получим $\Delta t \approx 0,2$ градуса.

Большой интерес у учащихся вызывают практико-ориентированные олимпиадные задачи, которые требуют и знаний физических законов, и логического мышления. Рассмотрим задачу, которая вызывает у школьников потребность в представлении самой ситуации и обдумывания хода решения. Задача: на соревнованиях по рубке шашкой есть вид «Рубка каната по определенным меткам». Предлагается участникам перерубить шашкой канат в нескольких частях. Обычно дается десять канатов, но спортсмены, которые занимают призовые места, справляются только с девятью канатами. Может, можно им помочь? Каким местом на шашке надо попадать по канату, чтобы в руке не чувствовать отдачи?

Решение такой задачи требует от учителя предварительной подготовки школьников к достаточно непростым математическим преобразованиям. Но для учащихся старших классов, которые готовятся к олимпиадам разного уровня, задача не представляется сложной. Используя теорему о центре симметрии, теорему Штейнера, знание производных, можно определить, что рубить надо, попадая шашкой на расстоянии одной третьей длины от ее свободного конца. Следовательно, школьники делают вывод, что если участник соревнований нанесет отметину на своей шашке и будет стараться попадать именно этим местом по канату, то отдача в руке будет нулевой. И вполне возможно от на этих соревнованиях сможет перерубить все десять канатов.

Такие задачи учат школьников применять законы физики, ориентируясь на реальные жизненные ситуации. Достигаются метапредметные результаты, если учитель решает подобные задачи с обучающимися [2].

Нередко задачи повышенной сложности или олимпиадные решаются проще, если использовать знание нахождения производной. В школах на уроках математики производная изучается в 11 классе во втором полугодии. Но мы встречаем олимпиадные задачи, предлагаемые уже в 10 классе, которые необходимо решать с помощью дифференцирования какой-либо величины. В 7–8 классах встречаются олимпиадные задачи по физике, требующие построения графиков.

Если на уроках учащиеся будут решать олимпиадные задачи, то на ЕГЭ по физике при решении задач повышенного уровня, в условиях дефицита времени учащиеся будут чувствовать себя комфортно и смогут решить предложенные задачи. При решении задач большое значение имеет обсуждение условия и плана решения совместно всеми учащимися. Если кто-то не увидел физическое явление, которое предлагается в такой задаче, то при обсуждении это непонимание исчезает.

Список использованных источников

1. Калашников, Н.П. Физика. Графические методы решения задач : учеб. пособие для среднего профессионального образования / Н.П. Калашников, В.И. Кошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2021. – 250 с.
2. Расовский, М.Р. Сборник задач повышенной трудности по физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Р. Расовский, В.Н. Степанов ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019.

УДК 372.853

И.Д. Цупа

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ШКОЛЕ

В работе рассматриваются современные инновационные технологии и перспективные направления в преподавании физико-математических дисциплин в школе. Анализируются такие ключевые цифровые инструменты, как виртуальная и дополнительная реальность (AR/VR), искусственный интеллект (ИИ), адаптивные онлайн-платформы и геймификация, которые способствуют повышению мотивации и эффективности обучения. Особое внимание уделено активным методам преподавания STEM- и STEAM-подходам, робототехнике и проектной деятельности. Данная статья будет полезна учителям, методистам и всем тем, кто интересуется современными подходами к преподаванию точных наук.

Ключевые слова: инновационные технологии, сервисы, VR/AR, ИИ, STEM.

Введение. Физико-математические дисциплины, лежат в основе многих технологических прорывов и научных открытий. Данные дисциплины формируют не только профессиональные компетенции будущих специалистов, но и критическое мышление, способность анализировать и решать сложные задачи. Однако в условиях стремительного развития технологий и изменения образовательных

парадигм перед нами стоит важный вопрос: как сделать процесс обучения физики и математике более эффективными, увлекательными и соответствующими вызовам современности?

Поэтому физика и математика как фундаментальные науки играют ключевую роль в формировании научного мировоззрения и технической грамотности учащихся. Но в тоже время традиционные методы преподавания физики и математики в старших классах зачастую сталкиваются с рядом вызовов, таких как снижение интереса учащихся к предмету, недостаточная связь теории с практикой, а также быстрое устаревание учебных материалов в условиях стремительного развития технологий. В связи с этим внедрение образовательных инноваций становится необходимым условием для повышения эффективности обучения и подготовки конкурентоспособных специалистов.

Республика Беларусь, следуя мировым тенденциям, активно внедряет инновационные подходы в образовательный процесс. Это и современные методики преподавания, и использование цифровых технологий, и интеграция междисциплинарных связей. Но как сделать так, чтобы эти инновации не просто стали частью учебного плана, но и действительно помогли учащимся понять красоту и логику физических законов, развить критическое мышление и научиться применять знания в реальной жизни?

Современное образование стремительно меняется под влиянием цифровых технологий, что открывает новые возможности для преподавания физико-математических дисциплин. Инновационные методы обучения позволяют сделать сложные концепции более наглядными, повысить мотивацию учащихся и улучшить их академические результаты. В данной статье рассматриваются ключевые технологии, применяемые в школьном образовании, их преимущества и практические примеры внедрения.

Интерактивные обучающие системы включают в себя современные платформы, такие как Khan Academy, Учи.ру, Яндекс. Учебник, предлагают интерактивные курсы по математике и физике с автоматической проверкой заданий.

Они позволяют:

- адаптировать обучение под индивидуальные потребности учащихся;
- предоставлять мгновенную обратную связь;
- визуализировать сложные темы (например, графики функций или законы динамики).

Программы, такие как PhET (University of Colorado), Labster, позволяют проводить виртуальные эксперименты по физике и математике. Например:

- моделирование движения тел в гравитационном поле;
- изучение электрических цепей без реального оборудования;
- визуализация геометрических преобразований.

В эпоху цифровизации образование претерпевает значительные изменения, и предметы физика и математика не являются исключением. Цифровые технологии открывают новые возможности для обучения, делая процесс более интерактивным, доступным и эффективным [1, с. 45].

1. Цифровые инструменты в обучении физике и математике.

1.1. Виртуальные лаборатории и симуляции.

Виртуальные лаборатории позволяют учащимся проводить эксперименты в цифровой среде, что особенно полезно, когда физическое оборудование недоступно или слишком дорого.

Примеры: PhET Interactive Simulations, Labster.

Преимущества: безопасность, доступность, возможность моделирования сложных физических явлений.

1.2. Онлайн-курсы и платформы.

Массовые открытые онлайн-курсы (МООС) предлагают лекции, задания и тесты по физике от ведущих университетов.

Примеры: Coursera, edX, Khan Academy.

Преимущества: гибкость, доступ к материалам мирового уровня, возможность самостоятельного обучения.

1.3. Интерактивные учебники и приложения.

Цифровые учебники с интерактивными элементами, такими как анимации, видео и тесты, делают обучение более увлекательным.

Примеры: SmartBook, Physics Toolbox.

Преимущества: персонализация обучения, мгновенная обратная связь.

2. Использование искусственного интеллекта (ИИ) в обучении физике и математике.

2.1. Адаптивное обучение.

ИИ-алгоритмы анализируют успеваемость учащихся и подбирают индивидуальные задания и материалы.

Преимущества: повышение эффективности обучения, учёт индивидуальных особенностей учащихся.

2.2. Автоматическая проверка заданий.

ИИ может проверять задачи по физике, включая графические и расчётные задания, что экономит время преподавателей.

Примеры: системы автоматической проверки в онлайн-курсах, а также AI-алгоритмы помогают анализировать успеваемость и подбирать индивидуальные задания; автоматизировать проверку работ (например, ChatGPT для генерации задач); создавать персонализированные траектории обучения.

Преимущества: оперативность, объективность оценки.

3. Дополненная и виртуальная реальность (AR/VR).

Технология AR (Augmented Reality) – это технология дополненной реальности, которая накладывает виртуальные элементы (изображения, текст, анимацию) на реальный мир через устройства, такие как смартфоны, планшеты или AR-очки. Примеры использования AR включают игры (например, Pokémon Go), обучение, навигацию и визуализацию данных.

UR (Ultra Reality) – менее распространенный термин, который может относиться к более продвинутым формам виртуальной или дополненной реальности, где граница между реальным и виртуальным миром практически стирается. Однако это понятие не так широко используется, как AR или VR (Virtual Reality) [2, с. 78].

3.1. Использование AR/VR в физике, математике и астрономии.

Технологии AR/VR позволяют визуализировать сложные физические явления, такие как электромагнитные поля или квантовые процессы.

Примеры: VR-лаборатории (например, Universe Sandbox для астрономии); AR-приложения (например, GeoGebra AR для 3D-геометрии).

Преимущества: наглядность, погружение в учебный процесс.

3.2. Виртуальные экскурсии.

Учащиеся могут «посещать» научные лаборатории, места, где происходили важные физические открытия.

Преимущества: расширение кругозора, мотивация к изучению физики.

4. Геймификация в обучении физике.

4.1. Образовательные игры.

Игры, основанные на физических законах, помогают ученикам лучше понимать материал.

Примеры: Matific, Prodigy Math – платформы с игровыми заданиями по математике; Minecraft: Education Edition – позволяет моделировать физические процессы в игровой форме.

Преимущества: повышение интереса к предмету, развитие критического мышления.

4.2. Соревнования и квесты.

Онлайн-соревнования и квесты по физике и математике стимулируют учащихся к активному участию в учебном процессе.

Преимущества: развитие командной работы, мотивация к достижению целей.

5. Робототехника и программирование.

Робототехника – это проектирование, конструирование и программирование всевозможных интеллектуальных механизмов – роботов, имеющих модульную структуру и обладающих мощными микропроцессорами.

Примеры: использование робототехнических наборов (Lego Mindstorms, Arduino) позволяет изучать механику и алгоритмизацию на практике; развивать инженерное мышление; применять математические расчёты в реальных проектах.

Преимущества: при изучении робототехники в курсе математики (реализация основных математических операций, конструирование роботов), технологии (конструирование роботов, как по стандартным сборкам, так и произвольно), физики (сборка деталей конструктора, необходимых для движения робота-шасси). Использование конструкторов (Lego Mindstorms, Arduino) и языков программирования (Python, Scratch) развивает логику и прикладные навыки.

6. STEM- и STEAM-подходы.

Интеграция науки, технологий, инженерии, искусства и математики (STEAM) позволяет реализовывать междисциплинарные проекты: конструирование роботов на уроках физики; математическое моделирование в экологии; создание алгоритмов для анализа данных.

- Примеры: при изучении темы «Дроби» используем кирпичики Lego. Дробь – это часть или сумма частей единицы. Детали конструктора «Lego» можно представить в виде составных частей. Учащиеся придумывают задания, работают в парах, обсуждают задачи, которые они придумали.

- Преимущества: Конструкторы LEGO можно использовать во всех образовательных областях. [3, с. 118].

Взаимосвязь и тесное взаимодействие областей знаний, объединенных в понятии «STEM-образование», делает процесс развития разноплановым и многопрофильным и позволяет учащимся понять непростой и очень интересный окружающий нас мир во всем его многообразии: наука, очевидно присутствует в мире вокруг нас, технология неизбежно проникает во все аспекты нашей жизни, инженерия демонстрирует свои возможности в окружающих нас зданиях, дорогах, мостах и механизмах, и ни одна профессия, ни одно из наших каждодневных занятий в большей или меньшей степени не может обойтись без математики и физики.

Инновационные технологии трансформируют преподавание физико-математических дисциплин, делая его более интерактивным, персонализированным и эффективным. Однако их внедрение требует:

- подготовки педагогов;
- технического оснащения школ;
- методической поддержки.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что образовательные инновации в преподавании физики и математики в учебных заведениях Беларуси представляют собой важный шаг на пути к модернизации образования и подготовке конкурентоспособных специалистов, отвечающих вызовам современного мира. Внедрение новых технологий, таких как цифровые лаборатории, виртуальные и дополненные реальности, онлайн-платформы и интерактивные методы обучения, позволяет не только повысить качество образовательного процесса, но и сделать его более гибким, доступным и ориентированным на индивидуальные потребности учащихся.

Список использованных источников:

1. Борисова, Е.В. Цифровые технологии в образовании: вызовы и возможности / Е.В. Борисова. – СПб. : Питер, 2021. – 256 с.
2. Григорьев, А.А. Виртуальные лаборатории в обучении физике / А.А. Григорьев. – М. : Техносфера, 2023. – 210 с.
3. Иванов, И.И. Инновационные методы преподавания физики в школе / И.И. Иванов, П.П. Петров. – М. : Наука, 2020. – 256 с.

УДК 372.851

Т.Г. Чайкина, Т.А. Зайцева

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района»

РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДСТВАМИ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ

В статье авторы рассматривают практико-ориентированные задания как эффективный способ развития математической грамотности учащихся, которая является важным компонентом функциональной грамотности в целом. Особенность этих заданий (необычная формулировка, связь с жизнью, межпредметные связи) вызывает повышенный интерес учащихся, способствует развитию любознательности, творческой активности.

Ключевые слова: практико-ориентированные задания, математическая грамотность, функциональная грамотность, метапредметные компетенции.

Введение. В повседневной жизни каждому человеку приходится сталкиваться с математическими расчетами, интерпретацией информации, представленной в виде диаграмм, схем, таблиц и графиков, а также использовать гаджеты и различные методы измерений. Все эти навыки напрямую связаны с математической грамотностью, которая является важным компонентом функциональной грамотности в целом.

Одним из эффективных способов развития математической грамотности в начальной школе является использование практико-ориентированных заданий. Практико-ориентированные задания – это вид сюжетных заданий, требующий в своем решении реализации всех этапов метода математического моделирования, они привлекают внимание учащихся содержанием, в котором описаны ситуации из окружающей действительности, а также возможностью приобретения измерительных навыков через выполнение практических действий. Обучающиеся с интересом решают и воспринимают задачи практического содержания, так как они [1]:

- расширяют кругозор (учащиеся учатся ориентироваться в окружающем мире, что способствует более глубокому пониманию математических понятий);
- развивают универсальные учебные действия (задания способствуют формированию навыков постановки и решения учебных проблем, а также развитию критического мышления);
- помогают учащимся в ходе решения нестандартных и вариативных задач применять полученные знания в реальных ситуациях.

В.Г. Болтянский считает, что «практико-ориентированные задачи играют в общеобразовательной школе неопределённую роль и представляют особое значение, прежде всего, для воспитания интереса к математике. На тринадцатом примере хорошо составленных практико-ориентированных задач, учащиеся будут убеждаться в значении математики для различных сфер человеческой деятельности, в ее пользе и необходимости для практической работы, увидят широту возможных приложений математики, поймут ее роль в современной культуре» [2].

Очень часто педагоги начальных классов замечают, что учащиеся испытывают трудности в понимании условий задач (недостаточное владение смысловым чтением), не всегда могут правильно интерпретировать данные, представленные в таблицах, графиках или схемах, а также не умеют высказывать предположения и строить доказательства, что ограничивает способность к самостоятельному решению задач. Задача учителя организовать, заинтересовать учащихся, научить выделять и находить «главные» слова. Для преодоления этих проблем педагогу важно активно использовать в своей работе практико-ориентированные задания, направленные не только на формирование мотивации к обучению, но и на развитие метапредметных компетенций учащихся.

Примеры таких заданий включают:

- расчет стоимости: определение общей стоимости покупок или планирование бюджета;
- измерения в повседневной жизни: задачи, связанные с измерением длины, веса, объема и т.д.;
- планирование: составление расписания или определение оптимального маршрута;
- работа с графиками и таблицами: анализ данных о погоде, посещаемости или других явлениях;
- геометрические задачи: задания, связанные со строительством, ремонтом или дизайном.

Применение таких заданий в ходе уроков делает учащихся более заинтересованными участниками образовательного процесса, содействует развитию не только предметных знаний и навыков, способствует формированию у учащихся готовности применять полученные знания и умения в процессе жизнедеятельности.

Использование необычной формулировки в начале темы урока вызывает всегда повышенный интерес и способствует развитию любознательности у ребенка. Например, в первом классе при изучении темы «Пара» педагог предлагает учащимся ряд картинок, в которых зашифровано слово «пара». Совместное исследование рисунков помогает учащимся понять значение слова и его применение в разных контекстах. Данное задание не только обогащает словарный запас, но и развивает метапредметные связи, например, между математикой и окружающим миром (рисунок 1). Когда дети видят, что математика полезна в реальной жизни, они начинают интересоваться предметом.

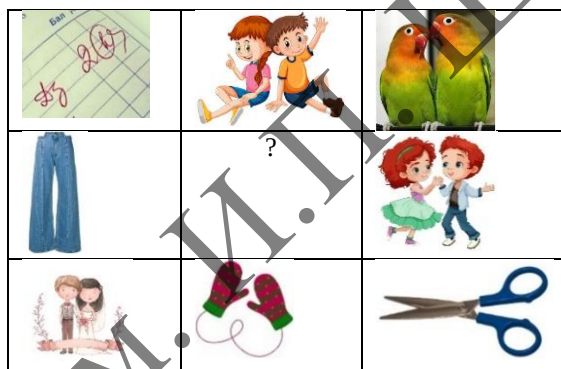


Рисунок 1 – Кроссенс «Пара»

Еще один пример – задачи на формирование финансовой грамотности. В учебнике первого класса по математике часто встречаются задания, связанные с расчетом стоимости покупок. Например, «В воскресенье мама купила Светлане три ручки по цене 2 руб., два карандаша по цене 1 руб. и альбом за 3 руб. Хватит ли маме денег на всю покупку? Останутся ли деньги у мамы и сколько?». Подобранные или самостоятельно составленные педагогом данного вида задачи учат школьников работать с таблицами, выполнять устные расчеты и планировать бюджет (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расчёт денег

Во втором классе учащиеся осознанно читают тексты, поэтому часто на уроках предлагаются задания, связанные с решением проблем, возникающих в повседневной жизни. Например, «Елена летом решила отдохнуть в Москве у родственников. Она купила билет на самолёт. В салон самолёта можно взять ручную кладь не более 10 кг и только 2-3 предмета. Что может взять с собой Лена в салон? (рисунок 3)».

Заполните таблицу (таблица 1). Рассмотрите разные варианты. Какой из вариантов вы бы посоветовали взять с салон самолёта? Почему?



Сумка
1 кг 400 г



Сумка с
ноутбуком
2 кг 100 г



Коробка с
подарками
6 кг 800 г



Чемодан
13 кг 400 г



Сумка с
книгами
3 кг 700г



Рюкзак
5 кг 300г

Рисунок 3 – Багаж

Таблица 1 – Ручная кладь

Решение	Предметы	Масса
Вариант 1		
Итого (кг)		
Вариант 2		
Итого (кг)		

Практико-ориентированные задачи используются на уроках с разной дидактической целью: заинтересовывают и мотивируют учащихся, развивают умственную деятельность, объясняют соотношение между математикой и другими дисциплинами.

В третьем классе учащиеся учатся строить диаграммы. Например, задача «Наблюдатели». Учащиеся вели дневник погоды в течение недели в мае и записывали температуру воздуха каждый день. Данные представлены в таблице (таблица 2).

Таблица 2 – «Наблюдатели»

День недели	Температура (°C)
Понедельник	16
Вторник	19
Среда	21
Четверг	19
Пятница	24
Суббота	27
Воскресенье	26

Задание: постройте диаграмму, используя данные. Ответьте на вопросы: в какой день была самая высокая температура? Самая низкая? На сколько в пятницу было теплее, чем в понедельник? Как изменилась температура воздуха со вторника по воскресенье? Такое задание учит учащихся преобразовывать табличные данные в диаграмму, помогает учащимся работать с информацией, выделять и отбирать главное, выстраивать собственные пути решения и обосновывать их, работать в парах и в группах, развивать свои точки зрения, чувства, убеждения и желания в поисковой творческой деятельности учащихся.

Пример практико-ориентированной задачи для третьего класса: «Третьеклассник Кирилл шёл проводить своего больного одноклассника. Войдя в подъезд, к нему обратилась девочка с вопросом: «На каком этаже находится 134 квартира?». Кирилл ответил: «Я не знаю, но могу вычислить. Мой друг живёт в квартире 118 на 6 этаже. На площадке 4 квартиры: от 117 до 120. Значит, 134 квартира на...» Он подумал и сказал: «На 10 этаже». Верно ли определил Кирилл, что квартира 134 находится на 10 этаже?». *Решение:* 1) $134 - 117 = 17$ (кв.) 2) $17 : 4 = 4$ (ост. 1) (эт.) 3) $6 + 4 = 10$ (эт.) 4) $10 + 1 = 11$ (эт.). *Ответ:* Кирилл не верно определил номер этажа.

Можно предложить учащимся найти другой способ решения. Решая задачу, учащиеся приходят к выводу, что без знаний таблицы умножения, деления с остатком, вычитания многозначных чисел, не смогли бы прийти к верному ответу.

Как показывает практика, технология обучения с применением практико-ориентированных заданий, позволяет учащегося из пассивного объекта педагогического воздействия превратить в активного субъекта учебно-познавательной деятельности.

Хочется отметить, что решение практико-ориентированных заданий повышает эффективность образовательного процесса, когда учащиеся встречались с описываемой ситуацией в реальной действительности: в быту, при изучении других предметов и факультативных занятий. Приведем пример таких заданий для четвертого класса.

Задача 1. «За месяц семья употребила 250 кВт·ч электроэнергии. Стоимость одной киловатты составляет 2 рубля 30 копеек. Сколько заплатит семья за электричество? Сколько сможет сэкономить семья за год, если будет употреблять на 50 кВт·ч меньше электроэнергии ежемесячно? Подумайте, как Вы можете сэкономить электроэнергию в доме, школе?». Данная задача требует не только математических знаний, но и знаний о простейших способах экономии в быту при пользовании электроприборов.

Задача 2. «Во дворе новостроек решено выделить земельный участок прямоугольной формы под спортивную площадку. Длина участка 16 м, что на 5 м больше, чем ширина. Чтобы снизить риск получения травм решили покрыть специальной плиткой всю площадку и огородить сеткой. Сколько квадратных метров занимает спортивная площадка? Сколько метров сетки необходимо?». Чтобы решить данную задачу, учащимся необходимо знать понятия «косвенная задача», «площадь», «периметр», а также формулы по нахождению периметра и площади.

Следует учитывать, что использование практико-ориентированных заданий может дать нужный педагогический эффект при соблюдении определенных условий: очень важно педагогу составить правильную формулировку задачи; задача должна быть интересна для учащихся конкретного возраста; при составлении задачи необходимо учитывать интересы учащихся в их повседневной жизни и опираться на имеющийся у них жизненный опыт.

Если современный учитель в процессе обучения акцентирует внимание учащихся на связи математики с жизнью, то он вызывает у учащихся интерес к учебе, способен добиться у учащихся таких важных качеств характера, как последовательность в работе, настойчивость, аккуратность, внимание, сообразительность, честность.

Список использованных источников

1. Назаренко, Е.А. Практико-ориентированные задачи с валеологическим содержанием на уроках математики как средство повышения познавательного интереса обучающихся [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktiko-orientirovannye-zadachi-s-valeologicheskim-soderzhaniem-na-urokah-matematiki-kak-sredstvo-povysheniya-poznavatel'nogo>. – Дата доступа: 27.03.2025.

2. Гинина, С.В. Эстетическое воспитание в предметной области. Математика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcoip.ru/blog/2023/01/30/esteticheskoe-vospitanie-v-predmetnoj-oblasti-matematika/>. – Дата доступа: 15.03.2025.

УДК 004.9

И.Я. Шевко

ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозыря»

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В данной статье рассматриваются особенности применения информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе. Основное внимание в работе автор акцентирует на техники визуализации в образовательном процессе. Данный материал будет интересен специалистам в области информатизации.

Ключевые слова: современные технологии; визуализация; образовательный процесс; учитель; школа.

Введение. Качество образования – это не только уровень среднего балла, по которому молодой человек поступает на более высокий уровень образования, но и его способность продолжать обучение в данных учреждениях и готовность в будущем применять профессиональные навыки на задачи на тех рабочих местах, куда он после окончания ВУЗов и ССУЗов в последующем распределяется.

Образовательный процесс в учреждениях образования в основном строится на передаче информации, в связи с этим роль наглядного представления информации в обучении велика. Принцип наглядности является одним из основных в педагогике. Применение на учебных занятиях таблиц, графиков, схем, рисунков способствует более быстрому восприятию, осмыслению и запоминанию и

изучаемого материала. С учетом применения в образовательном процессе современных информационно-коммуникационных технологий идея визуализации информации принимает новые черты.

Сегодня человек за день может получить информации больше, чем его средневековый предок за всю жизнь. При этом мозг воспринимает визуальный контент в 60 тысяч раз быстрее, чем текстовый.

Именно поэтому визуализация данных становится все более актуальным инструментом для учебы. Она помогает учащимся быстро уловить суть большого массива данных, ускорить восприятие, осмысление и обобщение, умение анализировать понятия.

Визуализация данных – это представление информации в графическом формате с целью сделать ее более доступной для анализа или интерпретации. Иллюстрированный текст воспринимается лучше, чем «серый» текст, а картинки с текстом воспринимаются еще лучше.

Роль визуализации в процессе обучения исключительна. Особенно в том случае, когда использование наглядных средств не сводится к простому иллюстрированию с целью сделать учебный курс более доступным и легким для усвоения, а становится органичной частью познавательной деятельности учащегося, средством формирования и развития не только наглядно-образного, но и абстрактно-логического мышления.

Техники визуализации в образовательном процессе:

1. *Таймлайн* – визуальное представление каких-либо событий, явлений, лиц или предметов в хронологическом порядке; временная шкала.

Созданные учителем ленты времени могут быть использованы в учебных презентациях или в других учебных материалах. Лента времени универсальна, она подстраивается под любой предмет, любую науку.

УДОБА – конструктор и хостинг открытых образовательных ресурсов на базе H5P и ЭБС ELiS. Это многофункциональный и полностью бесплатный конструктор учебных ресурсов, в том числе интерактивных. Созданный контент доступен другим пользователям по ссылке, также можно опубликовать его в каталоге или скачать в формате SCORM.

Lucidchart – удобный и богатый возможностями инструмент для визуализации. Lucidchart предоставляет пользователям виртуальное пространство и набор фигур и шаблонов, которые можно редактировать.

Есть возможность добавления картинок, с помощью встроенного поиска загружать собственные материалы. Доступ открывается по email-адресу, по ссылке и с помощью встраивания на сайт.

Visme – это универсальный графический редактор, аналог сервиса Canva. Англоязычный интерфейс, всё работает по принципу кликов мышью и перетаскивания. Делиться с другими можно только публикацией – сервис присвоит вашему проекту уникальную ссылку.

2. *Интеллект-карта* (ментальная карта, таблица связей, mind map) – это графический способ представления информации в виде карт или таблиц. Интеллект-карта – инструмент для систематизации учебного материала, запоминания больших объемов информации.

Сервисы для создания интеллект-карт:

Ютоpus – российский онлайн-сервис совместной работы для создания ментальных карт. Разные варианты доступа: режим чтения, комментирования или редактирования. Готовые проекты можно сохранять в трёх форматах: JPG, PNG, PDF.

Draw.io – бесплатный онлайн-сервис совместной работы для визуализации информации. Визуально сервис немного напоминает Microsoft Paint. Готовую доску можно сохранить на «Google Диск» и в памяти устройства. Для сохранения досок можно использовать форматы SVG, PNG, SVG, HTML, XML и собственный формат сервиса draw.io.

MindMeister – облачный сервис для визуализации мыслей и идей. Над картой можно работать совместно с другими пользователями – количество соавторов не ограничено. Пользователи могут комментировать элементы карты, просматривать историю изменений и восстанавливать предыдущие версии. Доступна большая библиотека шаблонов для создания карт. Готовые карты можно экспортировать в файлы PDF, DOCX, PPTX, JPEG, PNG.

3. *Скрайбинг* – это визуализация информации при помощи графических символов, просто и понятно отображающих ее содержание и внутренние связи.

Речь выступающего иллюстрируется «на лету» рисунками, получается как бы эффект «параллельного следования».

Сервисы для создания анимированных презентаций:

GoAnimate – известный сервис, который помогает превратить презентацию в полноценный мультипликационный фильм. Большая коллекция действий, с помощью которых можно оживить персонажей. Человечки хлопают глазами, танцуют, готовят пироги, оказывают медицинскую помощь и произносят любой текст (в том числе на русском языке);

www.powtoon.com – популярный сервис для создания видеопрезентаций. Интерфейс напоминает приложения для создания презентаций, только с расширенным функционалом. К преимуществам стоит отнести мгновенный доступ к просмотру ваших слайдов, интуитивный интерфейс и относительно недорогую подписку.

www.wideo.co – сервис для создания видеопрезентаций. Wideo позволяет добавлять в презентацию изображения, персонажей, шейпы, текст и музыку.

4. *Инфографика* – это визуально-упрощенное представление сложных данных, направленное на возбуждение интереса и передачу информации в понятной, доступной форме. Для организации инфографики могут быть использованы различные таблицы, диаграммы и графические элементы.

Основное отличие инфографики от других видов визуализации информации – ее метафоричность, то есть это не просто график или диаграмма, построенные на основе большого количества данных, это график, в который вставлены визуальная информация, аналоги из жизни, предметы обсуждения.

Инфографика обеспечивает более быстрый анализ и запоминание новой учебной информации, продуцирование содержательных выводов, так как вниманию представляется не только текст, изображения, цифры, графики, а сбалансированный визуальный ряд.

Есть много онлайн-сервисов, которые упрощают создание инфографики. Вот некоторые из них:

Canva – популярный бесплатный сервис, в котором есть большая библиотека шаблонов и изображений. Помимо инфографики, можно создавать презентации, резюме, плакаты. Немаловажный плюс – русскоязычный интерфейс.

Easel.ly – с помощью этого сервиса можно быстро собрать инфографику. Есть огромная библиотека бесплатных шаблонов, изображений, значков и шрифтов.

Vennngage – удобный сервис, благодаря которому можно создать инфографику в три простых шага. Предусмотрено много шаблонов, их можно настраивать, менять цветовую гамму. Сервис бесплатный, есть русский язык.

5. Кроссенс. Слово «кроссенс» означает «пересечение смыслов». Основная идея создания кроссенса – это загадка, головоломка, ребус, задание, которое предназначено для определённой аудитории. Облако слов или тегов (англ. tag cloud, word cloud, wordle) – это визуальное представление списка категорий или тегов, также называемых метками, ярлыками, ключевыми словами и т.п.

CrossMaker, Фабрика Кроссвордов – русскоязычные ресурсы для создания кроссвордов.

LearningApps – сервис по созданию упражнений. Помимо десятка других упражнений, на сайте удобно создавать и свои кроссворды.

Wordcloud.online – этот сервис умнее всего анализирует текст: он позволяет создать облако частотных слов текста, при этом приводя все слова к начальной форме. Красивые цветовые палитры, минимум функций, отсутствие регистрации. Кроме русского поддерживаются другие языки.

Wordscloud.pythonanywhere.com - настройка формы облака и возможность задать любой цвет.

7. Фотоколлаж – еще одно из средств визуализации информации, которое может использовать в своей работе учитель.

Фотоколлаж как производная коллажа представляет собой произвольное соединение в одной картинке или фотографии нескольких фотоизображений, иногда даже не связанных между собой по стилю и содержанию.

MyCollages – онлайн-платформа, на которой можно создать коллаж онлайн из 2 и более фото. Она предлагает 50 стандартных и 26 креативных шаблонов, самый большой из них позволяет добавить 7 фотографий. Также можно менять толщину границ, накладывать надписи и фильтры.

Fotor – это одна из популярных программ для создания баннеров и любого другого дизайна. У Fotor есть полноценная офлайн-версия, но вы можете создать коллаж из фотографий и в режиме онлайн. Fotor предлагает тысячи дизайнерских макетов, но бесплатно доступно меньше половины.

8. QR-код – это двухмерный штрихкод, который состоит из черных и белых пикселей и позволяет кодировать до нескольких сотен символов. Это может быть обычный текст, адрес в интернете, телефон, координаты какого-либо места или даже целая визитная карточка.

Визуальное отображение QR-кодов и сам принцип их действия облегчают пользователям чтение заложенных данных с помощью современных мобильных телефонов, оснащенных камерами. Больше не нужно кликать на гиперссылки, переходить со страницы на страницу сайтов, вводить вручную данные. Достаточно навести камеру телефона на QR-код, и вы тут же получите доступ к его содержимому. К примеру, если код содержится в рекламном объявлении, то при его сканировании контактные данные рекламируемой компании сразу будут сохранены в телефон или вы получите доступ к сайту с дополнительной информацией о товаре.

Используются QR-коды и в системе образования. Их стали добавлять в учебники и учебные пособия для придания интерактивности печатным изданиям и расширения их содержания дополнительным материалом.

Сайты по созданию QR-кодов с разными функциями и возможностями: Qrcoder.ru , GCQR , Unitag, QRCode Monkey .

Методически грамотное применение визуализации позволяет решить ряд педагогических задач: активизировать познавательную и учебную деятельность, образное мышление, помогает проанализировать полученную информацию и сделать выводы, а также способствует повышению уровня грамотности учащихся.

BIG DATA В ОБРАЗОВАНИИ: КАК ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПОМОГАЕТ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАТЬ УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И ПОВЫШАТЬ УСПЕВАЕМОСТЬ В ШКОЛЕ

В данной статье исследуется роль Big Data в современном образовании с фокусом на школьное обучение. Проанализированы способы использования данных для персонализации учебного процесса и улучшения успеваемости учащихся. Представлены примеры использования Big Data для оптимизации расписания занятий, идентификации проблемных областей, прогнозирования успеха учащихся и повышения их мотивации. Рассмотрены практические примеры применения аналитики данных в школьном образовании с целью улучшения качества обучения и индивидуализации подхода к каждому учащемуся.

Ключевые слова: инновации, Big Data, технологии, обучение, успеваемость.

Введение. Современное образование сталкивается с вызовами, требующими инновационных подходов для повышения эффективности обучения и улучшения результата каждого учащегося. В этом контексте *Big Data*, или большие массивы данных, представляют собой мощный инструмент, способный преобразить традиционный учебный процесс и сделать его более индивидуализированным и адаптированным к потребностям каждого учащегося. Анализ данных в образовании открывает новые возможности для персонализации обучения через понимание уникальных потребностей каждого учащегося. Путем сбора, обработки и интерпретации информации о предпочтениях, успеваемости, стиле обучения, и других параметрах учащихся школы могут создавать индивидуализированные учебные планы, оптимизировать расписание занятий и повышать мотивацию учащихся к обучению. В данной статье рассматривается использование *Big Data* в образовании, способствуя персонализации учебного процесса и повышению успеваемости в школе.

Методы работы с BIG DATA. При сборе и анализе данных применяют различные методы:

1. **Машинное обучение и нейронные сети.** Использование в анализе нейронных сетей, которые обучаются вычислениям на массивах подготовленных данных. Обученная нейросеть может обрабатывать большие данные с большой точностью. Чтобы нейросеть работала, ее нужно сначала обучить – этот процесс называется машинным обучением. После обучения можно использовать нейросеть для обработки *Big Data*.

2. **Смешение и интеграция данных.** Приведение неструктурированных разнородных данных из разных источников к единому виду, например, текстовому.

3. **Data Mining.** Анализ данных для выявления закономерностей в больших неструктурированных массивах данных.

4. **Краудсорсинг.** Привлечение людей к анализу данных. В небольших разовых проектах *Big Data* найм людей или поиск волонтеров для проверки таблиц и баз данных может оказаться дешевле, чем компьютерные методы.

5. **Предиктивная аналитика.** Анализ больших данных за прошлые периоды для прогнозирования их поведения в будущем. Например, анализ успеваемости учащихся за прошлые годы позволит выявить слабые стороны в обучении и укрепить их.

6. **Имитационное моделирование.** Анализ данных с возможностью изменять параметры для гипотетических ситуаций, например, для прогнозирования успеваемости учащихся.

Использование BIG DATA в школе. Использование *Big Data* в образовании, включая школьное обучение, представляет значительный потенциал для улучшения образовательной системы, персонализации учебного процесса и повышения успеваемости учащихся.

Способы использования *Big Data* в школах:

1. **Персонализированное обучение:** анализ данных может помочь педагогам понять потребности каждого учащегося, их уровень знаний, стиль обучения и индивидуальные требования. На основе этих данных учителя могут создавать персонализированные учебные планы и материалы, адаптированные к потребностям каждого учащегося.

2. **Предсказание успеха учащихся:** анализ *Big Data* может помочь школам прогнозировать успеваемость учащихся, выявлять риски дропаутов и предпринимать меры для предотвращения проблем в учебном процессе.

3. **Оценка образовательных программ:** использование данных позволяет школам оценивать эффективность образовательных программ, выявлять сильные и слабые стороны учебного процесса, а также определять области для улучшения.

4. **Улучшение управления учебным процессом:** *Big Data* помогает администрации и педагогам принимать обоснованные решения на основе данных, улучшая планирование, ресурсное обеспечение и организацию образовательного процесса.

5. Мониторинг прогресса учащихся: данные могут использоваться для непрерывного мониторинга учебного прогресса учащихся, выявления областей, где необходима дополнительная поддержка, и своевременного реагирования на изменения.

Хотя использование *Big Data* в школах требует строгого соблюдения приватности данных и этических норм, правильное применение аналитики данных может значительно улучшить качество образования и помочь каждому учащемуся раскрыть свой потенциал.

Как улучшить конфиденциальность использования *BIG DATA* в школах. Улучшить конфиденциальность *BIG DATA* в школах можно путем применения следующих мер:

1. Обучение персонала: обучение администраторов, учителей и другого персонала школы по вопросам защиты данных и конфиденциальности поможет предотвратить случаи утечки информации.

2. Установка строгих прав доступа: регулирование уровней доступа к данным согласно принятой политики безопасности поможет предотвратить несанкционированный доступ к конфиденциальным данным учащихся.

3. Шифрование данных: шифрование хранимых данных поможет защитить информацию от несанкционированного доступа.

4. Анонимизация данных: при обработке и анализе данных следует использовать методы анонимизации, чтобы исключить возможность идентификации конкретных учеников.

5. Соответствие законодательству: соблюдение законодательных норм и требований по защите данных, таких как *GDPR*, поможет обеспечить законное использование информации об учащихся.

6. Мониторинг доступа к данным: регулярный мониторинг доступа к данным и аудит системы безопасности позволит оперативно выявлять и предотвращать нарушения конфиденциальности.

7. Проведение проверок на утечку данных: регулярное сканирование систем на наличие потенциальных утечек данных поможет обнаружить и устранить уязвимости в безопасности.

Методы использования *Big Data* в школе. Школа может собирать данные о предпочтениях учащихся, их успеваемости, стиле обучения, уровне знаний и предпочтениях в учебных предметах. Эти данные могут затем использоваться для:

1. Персонализации расписания занятий: на основе данных об учащихся можно разрабатывать индивидуализированные расписания занятий, учитывающие предпочтения каждого учащегося, их сильные и слабые стороны, что может способствовать повышению их мотивации и успеваемости.

2. Оптимизации нагрузки учащихся: анализ данных позволит более равномерно распределить учебные нагрузки на учащихся, учитывая их индивидуальные потребности и возможности.

3. Идентификации проблемных областей: алгоритмы анализа данных могут выявлять области, в которых учащиеся испытывают трудности, что поможет учителям адаптировать учебные материалы и методики обучения для более эффективного обучения.

4. Прогнозирование успеха: путем анализа данных о предыдущей успеваемости учащихся и их учебных показателях, можно прогнозировать их вероятность успешного завершения курса, что может помочь в своевременной поддержке и корректировке учебного процесса.

Данные методы использования *Big Data* в школе позволят персонализировать образовательный опыт для каждого учащегося, сделать обучение более эффективным и адаптированным под индивидуальные потребности, что в свою очередь может привести к повышению качества образования и успеваемости учащихся.

Использование помощи искусственного интеллекта в сборе информации *BIG DATA*. Использование нейронных сетей для сбора информации в образовательном контексте и *Big Data* может быть реализовано с помощью следующих методов:

1. Обработка больших объемов данных: нейронные сети могут быть задействованы для обработки и анализа больших объемов данных, например, результатов тестирований, анкет, учебных планов и записей учащихся.

2. Автоматизация процессов: использование нейронных сетей для автоматического сбора информации из различных источников, таких как онлайн-ресурсы, электронные журналы, отчеты учителей для выработки рекомендации по обновлению учебных планов и методик обучения.

3. Анализ поведения учащихся: нейронные сети могут помочь анализировать поведенческие данные учеников, такие как время занятий, ответы на задания, взаимодействие с учебными материалами, что позволит идентифицировать индивидуальные потребности каждого учащегося.

4. Предиктивная аналитика: нейронные сети могут быть использованы для создания моделей предиктивной аналитики, предсказывающих успеваемость учащихся на основе данных об их учебной деятельности и характеристик.

5. Персонализированное обучение: на основе собранных данных нейронные сети могут предложить персонализированные образовательные пути для учащихся, учитывая их индивидуальные особенности и потребности.

Использование нейронных сетей для сбора информации в образовательных учреждениях в сочетании с *Big Data* может значительно улучшить качество обучения, индивидуализировать процесс обучения и повысить успеваемость учащихся.

Заключение. Использование *Big Data* в образовании открывает возможности для инноваций и улучшения процесса обучения. Персонализация учебного процесса с помощью анализа данных позволяет адаптировать образовательную программу к потребностям каждого учащегося, делая обучение более эффективным и интересным. Прогнозирование успеваемости с помощью данных позволяет выявлять проблемные зоны и предоставлять своевременную поддержку учащимся.

Использование *Big Data* и персонализированных методов обучения не только повышает успеваемость учащихся, но и способствует развитию индивидуальных способностей каждого ребенка. Учебные заведения, которые активно внедряют анализ данных в образовательный процесс, открывают перед собой дверь к более эффективному и инновационному обучению.

Использование *Big Data* в образовании помогает создавать пространство для индивидуального роста каждого учащегося, обеспечивая более качественное и целенаправленное обучение в школах.

Список использованных источников

1. Вайгенд, А. BIG DATA. Вся технология в одной книге / А. Вайгенд. – М. : Эксмо, 2020. – 352 с.
2. Оборудование инструментального производства : учеб. пособие / М.И. Михайлов, В.П. Кириленко ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2016. – 270 с.
3. Интернет вещей : учеб. пособие / А.В. Росляков, С.В. Ваяшин, А.Ю. Гребешков. – Самара : ПГУТИ, 2015. – 200 с.

УДК 372.853.5.8.2

Н.А. Шермадина

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Армавирский государственный педагогический университет»*

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ РЕШЕНИЮ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

В современном мире увеличивается поток получаемой информации, а значит, возрастает роль умения анализировать разнообразные ситуации и делать выводы в соответствии с описанными условиями. Механическое заучивание формул и понятий, формальное закрепление знаний приводит к снижению эффективности образовательного процесса. Использование качественных задач, решение которых позволяет проводить разносторонний анализ явлений, законов природы, технических достижений, способствует формированию у обучающихся более глубокого понимания физических явлений и принципов.

Ключевые слова: методика обучения, качественные задачи по физике, современные технологии.

Введение. При обучении физике большое внимание уделяется решению количественных и графических задач, при этом именно качественные задачи позволяют выявить понимание обучающимися сущности физических явлений и закономерностей, умение применять полученные знания на практике.

Качественные задачи – это задачи, представляющие собой описание явления или процесса, для которого обучающимся необходимо привести цепочку рассуждений, объясняющих протекание явления, особенности его свойств и т. д. без математических расчетов (или расчеты сводятся к минимуму).

Задачи данного вида – мощный инструмент для развития критического мышления, так как их решение основано на аналитико-синтетическом подходе, в основе которого лежит логическое рассуждение, оценка альтернатив и применение знаний в новых ситуациях, что способствует формированию целостной картины мира. Именно эти навыки важны не только при обучении в школе, но и в будущей профессиональной деятельности, так как формируют способности ориентироваться в современном мире науки и технологий.

Любое решение качественной задачи состоит из нескольких этапов.

Первый этап, как и для задач любого вида, начинается с знакомства с условиями задачи (чтение текста, разбор чертежа, изучение прибора). В зависимости от формы представления условия задачи выбирается метод (подход) к ее решению.

Второй этап связан с анализом данных задачи, физических явлений, описанных в ней, выявляются дополнительные уточняющие условия (данные, которые отражены в задаче не в явном виде).

На третьем этапе выбирается и формулируется физический закон, соответствующий условиям задачи, устанавливаются причинно-следственной связи описанных явлений и закономерностей.

Четвертый этап связан с осуществлением решения задачи на основе построения цепочки синтезирующих умозаключений, результатом которых является получение ответа на вопрос задачи.

Заканчивается решение качественной задачи (пятый этап) проверкой ответа – сопоставление полученного ответа с общими принципами физики или решение задачи другим способом.

Как уже упоминалось выше, условие задачи может быть представлено в нескольких формах:

➤ эвристическая – условие в виде текста, содержащего вопрос, для ответа на который необходимо решение взаимосвязанных проблем, т.е. решение распадается на несколько вопросов (в основе решения лежит эвристический подход);

➤ графическая – условие задач формулируется с помощью графика, чертежа, рисунка, схемы, фотографии; решение строится на основе применения аналитико-синтетического подхода к условию задачи и соответствующего физического закона, что и дает ответ на вопрос задачи;

➤ экспериментальная – условие задачи содержит вопрос, поставленный на основе проведенного эксперимента; при решении используются знания и умения, сформированные при организации экспериментально исследовательской деятельности при обучении физике.

В соответствии с выделенными формами представления качественных задач при обучении их решению применяются разнообразные методы, технологии и приемы при изучении физики в школе: технология критического мышления, в частности эвристический подход, кейс-метод, технология ситуационных задач, исследовательский метод и т. д.

Одной из технологий, способствующих формированию у обучающихся умения решать качественные задачи, является технология ситуационных задач. Ее главная особенность состоит в структуре самой задачи. Во-первых, она начинается с необычного названия, привлекающего внимание обучающихся, и проблемы (учебной ситуации), заканчивающейся личностно-значимым вопросом, ответ на который обучающиеся получают при полном решении ситуационной задачи. После этого условие задачи содержит несколько текстов, которые могут быть представлены в разнообразном виде (текст-описание, графики, рисунки, таблицы, эксперимент). Завершается структура ситуационной задачи заданиями для работы с представленной информацией, направленные на достижение необходимых результатов обучения, посредством различных методов (ознакомление, понимание, применение, анализ, синтез, оценка). Уникальность данной задачи состоит в том, что ее можно использовать на различных этапах урока как в полном объеме, так и частично, а также при организации работы по ее решению (выполнение заданий, предложенных в ситуационной задаче) могут быть использованы разнообразные технологии, методы и приемы.

Приведем примеры ситуационных задач, используемых при обучении физике в школе и направленных на формирование умения решения качественных физических задач.

Ситуационная задача «Хитрый бешеный огурец»

Данная задача используется на уроке обобщения и систематизации знаний после изучения тем «Импульс тела. Закон сохранения импульса», «Реактивное движение. Ракеты» (9 класс).

Личностно-значимый вопрос. Бешеный огурец – этот несъедобный пузатый шиповатый «огурчик» (длиной до 6 см) появляются с конца лета. Его семена выстреливают из созревшего «огурца» сильнее в сырое лето. Они разлетаются на несколько метров (до 10 м) в разные стороны. Какова причина данного явления?

Текст 1. Мы все наблюдали, как приходит в движение надутый воздухом воздушный шарик, если развязать нить, стягивающую его отверстие (рисунок 1). Как возникает такое движение? Внутри шарика воздух находится под давлением. Пока отверстие шарика завязано, шарик с воздухом внутри него покоится, а его импульс равен нулю. При открытом отверстии из шарика с довольно большой скоростью вырывается струя сжатого воздуха. Движущийся воздух обладает некоторым импульсом, направленным в сторону его движения.



Рисунок 1 – Движение шарика под действием струи сжатого воздуха

Текст 2. Реактивная тяга – сила, возникающая в результате взаимодействия реактивной двигательной установки с истекающей из сопла струей расширяющейся жидкости или газа, обладающих кинетической энергией. Реактивная тяга обычно рассматривается как сила реакции отделяющихся частиц. Точкой приложения её считают центр истечения – центр среза сопла двигателя (рисунок 2), а направление – противоположное вектору скорости истечения продуктов сгорания (или рабочего тела, в случае не химического двигателя). То есть, реактивная тяга:

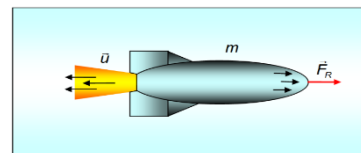


Рисунок 2 – Реактивная тяга

- приложена непосредственно к корпусу реактивного двигателя;
- обеспечивает передвижение реактивного двигателя и связанного с ним объекта в сторону, противоположную направлению реактивной струи.

Текст 3. Реактивный принцип движения изначально был подсказан самой природой. Его действием пользуются личинки некоторых видов стрекоз, медузы, многие моллюски – морские гребешки, каракатицы, осьминоги, кальмары. Они применяют своеобразный «принцип отталкивания».

Текст 4. Каракатицы втягивают воду и выбрасывают ее так стремительно, что сами при этом делают рывок вперед. Кальмары, используя этот способ, могут достигать скорости до 70 километров в час. Именно поэтому такой способ передвижения позволил назвать кальмаров "биологическими ракетами". Инженеры уже изобрели двигатель, работающий по принципу движений кальмара. Одним из примеров применения реактивного движения в природе и технике является водомет.

Задания:

1. Объясните причины того, что кальмаров называют живыми ракетами.
2. Составьте перечень основных схожих свойств водомета и бешеного огурца, характеризующих их сходство с точки зрения физики.
3. Предложите способ, позволяющий животным самостоятельно передвигаться по скользкому льду, подобно человеку с возможностью передвигаться только лежа.
4. Проведите демонстрационный эксперимент по наблюдению закона сохранения импульса: возьмите воздушный шарик, надуйте его и отпустите. Опишите наблюдаемое явление и объясните его.
5. Сравните с точки зрения физики два варианта выхода из ситуации и выберите оптимальный. У космонавта в открытом космосе оторвался трос, связывающий его с МКС. Для того, чтобы вернуться на корабль космонавту: 1) достаточно собственных мышечных усилий; 2) достаточно толкнуть предмет с большой массой?
6. Проведите презентацию, в которой бы, исходя из расчетных данных, представили наглядную картину о том, какую примерно площадь займут заросли бешеного огурца, выросшего из одного семени, через три года.

Ситуационная задача «Вода-разрушитель»

Данная задача используется на этапе применения полученных знаний при изучении темы «Плавление и кристаллизация» (8 класс).

Личностно значимый вопрос. Если налить воду в стеклянную бутылку до самого горлышка и выставить на мороз, вся вода замерзнет, и бутылка лопнет. Вода при замерзании разрушает чугунные котлы, горные породы, асфальт и многое другое. Почему же вода становится мощным разрушителем и как можно противодействовать этому явлению?

Текст 1. В начале XIX века впервые высказано предположение, что внешне правильная форма кристаллов обусловлена внутренне правильным расположением частиц, из которых состоят кристаллы. На основании исследований, проведенных с помощью рентгеновских лучей, было установлено, что это предположение справедливо. Частицы, составляющие кристаллы, расположены относительно друг друга в некотором определенном порядке, на определенных расстояниях друг от друга. Конечно, вследствие теплового движения расстояния между частицами меняются.

Текст 2. Общеизвестно, что все вещества при нагревании увеличивают свой объем и уменьшают плотность. При плавлении плотность большинства веществ уменьшается. Бросим в расплавленный парафин кусочек твердого парафина. Он утонет. Значит, плотность расплавленного парафина меньше плотности твердого парафина. Парафин при плавлении увеличивает свой объем. Так же ведут себя многие другие вещества. Однако из этого общего правила есть несколько исключений, из которых самое важное – вода. У воды наблюдается то же самое, за исключением интервала от 0° до 4°С, когда с возрастанием температуры объем не увеличивается, а, наоборот, сокращается. Максимальная плотность отмечается при 4°С. Таким образом, для воды зависимость между объемом и температурой не однозначна, а двужначна.

Текст 3. При замерзании объем воды возрастает внезапно на 11 % и так же внезапно, скачком, уменьшается в обратном направлении при таянии льда при 0°С. Увеличении объема воды при замерзании имеет громадное значение как в природе, так и в технике. Расширение воды при замерзании является одной из причин важного в жизни Земли явления – разрушение горных пород. Вода заполняет трещины в камнях, во время мороза сначала замерзает верхний слой, при этом более глубокие будут «заперты». Когда же эти слои начнут замерзать, то они, увеличиваясь в объеме, будут расширять трещину. В конце концов, это приведет к разрушению камня.

Текст 4. В установках, работающих при низких температурах, для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, в качестве авиационных противообледенителей применяются не замерзающие жидкости – антифризы. Антифриз снижает температуру кристаллизации воды, при этом не меняет ее структуру.

Задания:

1. Объясните причины того, что вода расширяется при кристаллизации.
2. Напишите возможный (наиболее вероятный) сценарий развития событий, связанных с замерзанием воды, если бы она не имела способности расширяться при низких температурах.
3. Предложите способы, позволяющие избежать разрыва радиаторов при очень низких отрицательных температурах.
4. Оцените значимость аномальных свойств воды для свайного строительства (или для живых существ).
5. Изобразите зависимость плотности воды от температуры графически.

6. Сравните с точки зрения внутреннего строения вещества графики зависимости объема от температуры для воды и льда. Что происходит с веществом в критических точках графика?

Проведя анализ структуры и содержания представленных задач можно отметить, что при их решении возможно использование эвристического метода при организации, например, беседы при ответе на вопросы, связанные с ознакомлением и пониманием представленной информации, исследовательского – при проведении и анализе предложенных опытов и экспериментов, графического – при построении, сравнении и анализе графиков и т. д.

Таким образом, применение современных технологий и методов будет способствовать формированию умения решать качественные физические задачи, которые способствуют углублению и закреплению теоретических знаний обучающихся, приближая изучаемую теорию к окружающей жизни, усиливают интерес к предмету, способствуют развитию критического мышления.

Список использованных источников

1. Павлишина, И.Н. Качественные задачи по физике как активный метод обучения / И.Н. Павлишина // Вестник науки и образования. – 2019. – № 17 (71). – С. 64–67.

2. Акулова, О.А. Конструирование ситуационных задач для оценки компетентностей учащихся : учеб.-метод. пособие для педагогов школ / О.А. Акулова, С.А. Писарева, Е.В. Пискунова. – СПб. : КАРО, 2008. – 96 с.

УДК 004.942

Д.В. Шорох

Брестский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ КАССЕТНО-КОНВЕЙЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СКОРОСТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ СВЯЗИ ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ С МИНСКОМ

В работе рассматривается применение кассетно-конвейерной технологии скоростного общественного транспорта для организации эффективного сообщения между Минском и городами-спутниками. Описаны принципы функционирования системы, её преимущества в снижении транспортной нагрузки и улучшении связности агломерации. Предложена концепция интеграции в существующую транспортную сеть.

Ключевые слова: кассетно-конвейерная технология, интеграция транспорта, транспортная система, скоростной транспорт, модульные транспортные системы.

Введение. Технология наземного транспорта имеет глубокие исторические корни, начиная с изобретения колеса, которое появилось более 6 тысяч лет назад. Первоначально колеса для повозок изготавливались из цельных бревен, что быстро приводило к их износу. С развитием цивилизации способы перемещения людей и товаров значительно эволюционировали, и сегодня существует множество различных видов транспорта, таких как водный, железнодорожный, автомобильный, воздушный и другие. У каждого из этих видов есть свои преимущества и ограничения, которые определяют их использование в зависимости от специфики задач.

В настоящее время численность населения Земли превышает 8 миллиардов человек, и, по прогнозам, к концу столетия она может достичь 11 миллиардов. В условиях урбанизации люди все чаще выбирают города для постоянного проживания, что делает вопрос эффективного общественного транспорта особенно актуальным. Многие крупные города нуждаются в промежуточных системах, которые соединяют метрополитены с уличными маршрутами, и такие системы, как LRT [1] (легкое рельсовое транспортное сообщение), успешно решают эту задачу. Целью данной работы является исследование и обоснование возможности реализации пилотного проекта суперскоростной рельсовой трассы, основанной на инновационной технологии кассетно-конвейерной перевозки пассажиров. Эта технология имеет потенциал значительно повысить скорость и эффективность транспортных связей между городами и их спутниками, а также разгрузить существующие транспортные сети.

Развитие информационных технологий, и в особенности искусственного интеллекта, позволяет пересмотреть концепцию организации и управления современным городским транспортом. Будущее за автоматическим транспортом. Скоро на улицах городов появятся новые высокоэкономичные системы общественных автоматических перевозок. Основным недостатком скоростного трамвая является недостаточно высокая скорость движения (30 км/час.) и, следовательно, невозможность повысить провозную способность этого вида транспорта за счет скорости движения. Это ограничение носит принципиальный характер и его нельзя обойти, как и в метро, пределом скорости является 42 км/час.

Связано это с основным и неизбежным атрибутом всякого городского транспорта: делать остановки на каждом остановочном пункте маршрута. Потеря времени на торможение, разгон и на высадку и посадку пассажиров устанавливает предел скорости городского пассажирского транспорта даже при отсутствии каких-либо других помех, как это имеет место в метро. Самым существенным недостатком транспортной системы «скоростной трамвай» является отсутствие точной, объективной информации в режиме реального времени о мощности пассажиропотока на маршруте, что препятствует принятию оптимальных решений по выводу на маршрут такого количества транспортных единиц, чтобы покрыть этот пассажиропоток. Поэтому зачастую трамваи либо перегружены, либо недогружены. Кроме того, транспортная система «скоростной трамвай» плохо влияет на улично-дорожную среду, так как предоставление трамваям преимущественного проезда на светофорах дискриминирует других участников дорожного движения. Суперскоростная транспортная система лишена всех этих недостатков.

Анализ, обоснование подходящего объекта для реализации пилотного проекта суперскоростной рельсовой трассы на базе инновационной технологии кассетно-конвейерной перевозки пассажиров показал, что лучшим тестовым направлением является трасса Минск-Заславль, изображенная на рисунке 1.

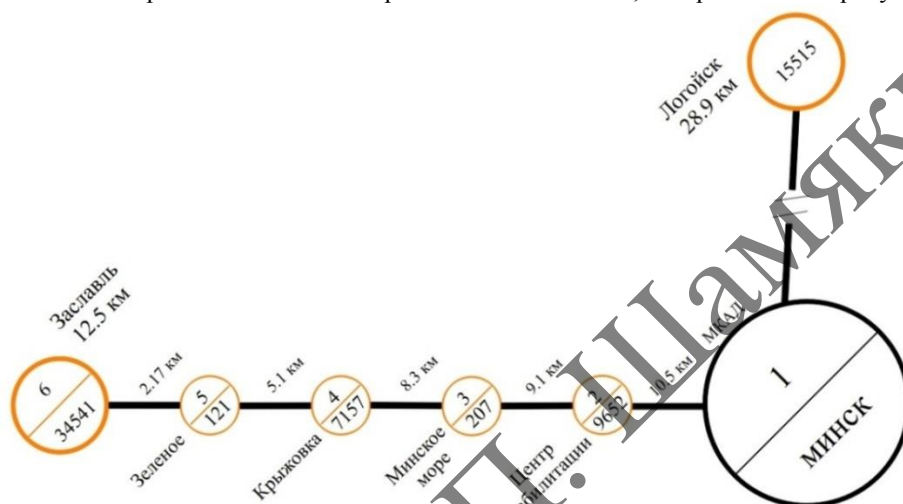


Рисунок 1 – Схема трассы Минск-Заславль

Для того чтобы такая система действительно соответствовала потребностям населения, требуется четкое понимание того, как именно люди перемещаются в пределах городской структуры. С этой целью применяется матрица корреспонденции [2, 3], изображенная на рисунке 2 – инструмент, позволяющий описать пространственно-временное распределение пассажиропотоков между различными узлами транспортной сети. На основе этой матрицы можно выявить наибольшие концентрации спроса, построить оптимальные маршруты движения и задать параметры функционирования подвижного состава.

$$M_z = \begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} & \dots & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1k} \\ 0 & 0 & m_{23} & \dots & \dots & m_{2j} & \dots & m_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{i+1} & \dots & m_{ij} & \dots & m_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2 – Матрица корреспонденции

Матрица корреспонденций формируется на каждой остановке по мере поступления пассажиров на неё и отправляется на сервер системы для составления оптимального плана развозок. План составляется на основе алгоритмов развозки. Алгоритм развозки пассажиров состоит из последовательных этапов, каждый из которых содержит две процедуры. В первой процедуре выполняется развозка пассажиров построчным алгоритмом (по строке матрицы корреспонденций); во второй процедуре работает алгоритм по столбцу. Таким образом, это смешанный алгоритм развозки.

Трасса Заславль-МКАД четырехполосная (по две полосы в разных направлениях). Направления разделены металлическими ограждениями барьерного типа. Именно в зоне разграничения направлений следует пускать скоростную кассетно-конвейерную линию. Для этого нужно знать ширину зоны

разграничения. Наименьшая ширина разделительной полосы, в том числе укрепленной полосы: $2+s$, где s – ширина укрепления в метрах. Исходя из того, что трамвайный путь имеют ширину 1520 мм, то скоростная кассетно-конвейерная линия легко помещается в зону разграничения. Следует отметить, что кассетно-конвейерная линия является однокольной и работает в реверсном режиме (рисунок 3). Этим сокращается стоимость строительства путей более чем в три раза, так как, помимо сокращения в два раза железнодорожного полотна, то ещё и не надо заимствовать часть автомобильной полосы движения при двухколейной реализации проекта. Всё вкладывается без дополнительных работ в уже имеющуюся структуру дорожной сети. Также следует отметить, что железнодорожный путь является облегченным, так как трамвайного типа инфобусы имеют в 5 раз меньший вес, нежели обычный трамвай, и следовательно, стоимость строительства облегченного полотна значительно ниже (кассета из инфобусов, эквивалентная тому же объему пассажиров трамвая дает меньшую нагрузку на единицу длины рельса, так как является распределенной нагрузкой по длине рельса).



Рисунок 3 – Реверсная кассетно-конвейерная линия

На рисунке 3 схематически изображен однокольный рельсовый путь от Минска до города-спутника. Путь начинается в Минске с Накопителя 1 инфобусов и заканчивается Накопителем 2 инфобусов в городе-спутнике. Между началом и концом трассы расположено k промежуточных остановок. На рисунке 4 изображена схема однокольного рельсового пути. Трасса пути отгорожена от полос движения автомобилей ограждением.

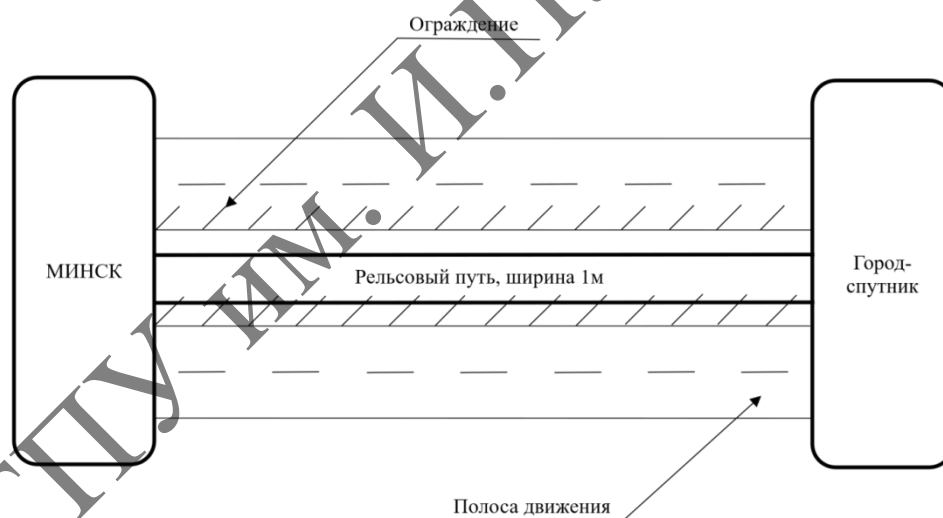


Рисунок 4 – Схема кассетно-конвейерной линии

Кассетность, конвейерность, синхронизированность и высокая алгоритмизированность процессов позволяют данной транспортной системе достичь параметров метро, а по некоторым позициям превзойти их. Представлена сравнительная таблица, в которой приведены основные технические и эксплуатационные характеристики традиционного скоростного и суперскоростного трамвая [4; 5] (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика суперскоростного и скоростного трамвая

Скоростной трамвай	Суперскоростной трамвай	Преимущества
Система функционирует при управлении человеком	Система функционирует при полном отсутствии человека	Высокий уровень безопасности движения. Сокращение числа ДТП, травм и смертей. Минимизируется негативное влияние человеческого фактора, который по статистике является причиной почти 80 % ДТП

Нет единого контура управления	Система беспилотный суперскоростной трамвай увязана единым контуром управления	Единая система управления обеспечивает оптимальный режим эксплуатации без простоев и неэффективного использования транспортных средств
Система слабо адаптирована к пассажиропотоку	Система максимально адаптирована к пассажиропотоку	Система работает по требованию пассажира на обслуживание и перевозку с минимальным временем ответа на запрос
Общественный транспорт	Сочетает в себе признаки личного и общественного транспорта	Высокая провозная способность, минимальное время на ожидание транспорта
Выделенная полоса в общем потоке движения транспорта	Выделенная специально оборудованная полоса	Эффективное использование пропускной способности дорог. Оптимальный скоростной режим существенно сократит дорожные заторы
Работает по графику	Работает по ежедневно 24 ч	Высокие потребительские качества
Средняя скорость движения 25–30 км/ч	Высокая средняя скорость движения 60–90 км/ч	Увеличение провозной способности системы в 1,5 раза. Сокращение времени поездки пассажира
Средняя провозная способность 25 тыс. пассажиров в час	Высокая провозная способность 33.3 тыс. пасс в час	Высокая степень удовлетворения потребностей населения в перевозках
Высокий уровень изнашиваемости механических частей транспорта	Низкий уровень изнашиваемости механических частей транспорта	Сокращение эксплуатационных затрат
Высокий уровень расхода электроэнергии на километр пути	Низкий уровень расхода электроэнергии на километр пути	Экономия электроэнергии
Наличие водителя трамвая	Отсутствие водителя	Экономия на заработной плате водителя

Во всем мире идет процесс ренессанса трамвая. Разрабатываются новые скоростные трамвайные линии в передовых странах Европы (LRT). Обычный трамвай становится скоростным путем отделения линии его движения от других участников дорожного движения, а также за счет удлинения перегонов между остановками. Последнее ухудшает транспортную доступность остановочного пункта для пассажира. С появлением концепции суперскоростного трамвая на принципах новой транспортной технологии кассетно-конвейерных городских скоростных пассажирских перевозок становится возможным впервые в мире, реализовать суперскоростную трамвайную систему – новый тип LRT. Такая транспортная система в 80 % случаев может исключить строительство дорогого метро, так как имеет высокую провозную способность, приближающуюся к метро. В рамках данной работы предстояла задача проанализировать пригодность связи городов-спутников с Минском для проектирования высокотехнологичной суперскоростной рельсовой трассы на базе инновационной технологии кассетно-конвейерной перевозки пассажиров. В заключение, анализ показывает, что проектирование высокотехнологичной рельсовой трассы на базе кассетно-конвейерной перевозки между Минском и его спутниками имеет высокий потенциал для решения существующих транспортных проблем, улучшения качества жизни и создания устойчивой городской среды.

Список использованных источников

1. Шуть, В.Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В.Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : БрГТУ, 2017. – 230 с.
2. Шуть, В.Н. Кассетно-конвейерная технология скоростных систем городских перевозок / В.Н. Шуть, Е.В. Швецова. – Брест : БрГТУ, 2023. – 207 с.
3. Шуть, В.Н. Городской автоматический транспорт / В.Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1 (72). – С. 3–7.
4. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts // Transport and Telecommunication. – 2011. – Vol. 12, No. 4. – P. 52–60.
5. Shviatsova, A. The Intellectual Transport with Divisible Parts / A. Shviatsova, V. Shuts // Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. – Cham : Springer, 2022. – Vol. 416. – P. 265–274.

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассматриваются современные подходы к использованию инновационных технологий в преподавании математических дисциплин в учреждениях общего среднего образования. Анализируются опыт применения цифровых платформ, геймификации, виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта и адаптивного обучения. Обсуждаются перспективы интеграции технологий в образовательный процесс, а также вызовы, связанные с их внедрением. Статья предназначена для педагогов, методистов и исследователей в области образования.

Ключевые слова: инновации, математика, обучение, опыт, современное образование.

Введение. Современное образование находится в постоянном поиске новых подходов и методов, которые позволят сделать процесс обучения более эффективным, интересным и соответствующим требованиям времени. Математика как одна из фундаментальных наук, играет ключевую роль в формировании логического мышления, аналитических способностей и креативности учащихся. Однако традиционные методы преподавания математики зачастую сталкиваются с рядом вызовов: снижение мотивации учащихся, сложность восприятия абстрактных понятий, недостаточная индивидуализация обучения. В этой связи использование инновационных технологий становится не просто трендом, а необходимостью [1].

Опыт использования инновационных технологий в преподавании математики

1. Цифровые образовательные платформы и онлайн-ресурсы.

В последние годы широкое распространение получили цифровые платформы, такие как «BoxApps», «Якласс», «Effor.by», «Geogebra» и другие. Эти ресурсы позволяют учителям создавать интерактивные задания, автоматически проверять решения и анализировать успеваемость учащихся. Например, с помощью Geogebra можно визуализировать графики функций, что особенно полезно для понимания сложных математических концепций [2].

2. Геймификация.

Игровые элементы в обучении математике помогают повысить мотивацию учащихся. Квесты, математические головоломки, соревнования и симуляции делают процесс обучения увлекательным. Например, использование игр типа «Prodigy» или «Math Blaster» позволяет ученикам осваивать математические навыки в игровой форме [3].

3. Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR).

Технологии VR и AR открывают новые возможности для визуализации математических объектов и процессов. Например, с помощью VR можно «погрузиться» в мир трехмерной геометрии, что особенно полезно для изучения стереометрии. AR-приложения позволяют накладывать математические модели на реальные объекты, что делает обучение более наглядным.

4. Искусственный интеллект (ИИ) и адаптивное обучение.

ИИ-технологии позволяют создавать персонализированные траектории обучения для каждого ученика. Адаптивные системы анализируют успехи и ошибки учащихся, предлагая задания соответствующего уровня сложности. Это особенно важно для математики, где каждый ученик имеет свой темп освоения материала [4].

5. Онлайн-курсы и видеолекции.

Видеоуроки и онлайн-курсы, такие как Coursera, Stepik или локальные платформы, предоставляют возможность углубленного изучения математики. Ученики могут самостоятельно осваивать темы, которые вызывают у них интерес, или повторять материал, который был непонятен на уроке.

Перспективы использования инновационных технологий:

1. Интеграция технологий в традиционное обучение.

В будущем можно ожидать более глубокой интеграции цифровых технологий в традиционные уроки. Например, использование планшетов и интерактивных досок станет стандартом, а учителя будут чаще применять смешанное обучение (blended learning), сочетая онлайн- и офлайн-форматы.

2. Развитие искусственного интеллекта.

ИИ будет играть всё большую роль в образовании.

Умные системы смогут не только адаптировать задания под уровень ученика, но и предсказывать его успехи, предлагая оптимальные стратегии обучения. Это особенно важно для подготовки к экзаменам и олимпиадам [5].

3. Расширение использования VR/AR.

С развитием технологий виртуальной и дополненной реальности их применение в образовании станет более доступным. Ученики смогут «путешествовать» по математическим мирам, изучая сложные концепции через визуализацию и взаимодействие.

4. Развитие STEAM-подхода.

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) – это подход, который объединяет науку, технологии, инженерию, искусство и математику. В будущем математика будет всё чаще преподаваться в контексте междисциплинарных проектов, что позволит ученикам видеть её практическое применение [6].

5. Обучение через исследование.

Инновационные технологии позволяют ученикам становиться исследователями. Например, с помощью цифровых инструментов они могут анализировать большие данные, строить математические модели и проверять гипотезы. Это развивает критическое мышление и интерес к науке.

Вызовы и ограничения

Несмотря на все преимущества, внедрение инновационных технологий в преподавание математики сталкивается с рядом вызовов:

- недостаток технической оснащённости – не все школы имеют доступ к современным устройствам и интернету;
- недостаточная подготовка учителей – многие педагоги не готовы к использованию новых технологий;
- риск цифровой зависимости – чрезмерное увлечение гаджетами может негативно сказаться на здоровье и концентрации учащихся.

Заключение. Использование инновационных технологий в преподавании математических дисциплин открывает новые горизонты для образования. Они позволяют сделать обучение более интересным, персонализированным и эффективным. Однако успешное внедрение этих технологий требует не только технической оснащённости, но и готовности учителей и учащихся к изменениям. В будущем сочетание традиционных методов и современных технологий станет ключом к формированию математически грамотного и креативного поколения.

Список использованных источников

1. Иванов, И.И. Инновационные технологии в образовании: опыт и перспективы / И.И. Иванов. – М. : Просвещение, 2024. – 256 с.
2. Сидоров, А.В. Геймификация в образовании: теория и практика / А.В. Сидоров. – СПб. : Лань, 2022. – 184 с.
3. Козлова, М.Н. Виртуальная реальность в обучении: возможности и вызовы / М.Н. Козлова. – М. : Академия, 2021. – 220 с.
4. Национальный институт образования Республики Беларусь. Концепция цифровой трансформации образования. – Минск, 2022. – 128 с.
5. ЯКласс: образовательная платформа [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.yaklass.ru/> (дата обращения: 24.06.2025).
6. Coursera [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.coursera.org/> (дата обращения: 24.06.2025).

УДК 37.01:378.4 (476)

Н.П. Юркевич¹, Г.К. Савчук¹, А.П. Ахмедов², С.Б. Худойберганов²

¹Белорусский национальный технический университет

²Ташкентский государственный транспортный университет

ВОЗМОЖНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В СТРУКТУРУ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ВУЗЕ

В работе рассмотрены вопросы использования искусственного интеллекта (ИИ) в процессе обучения студентов в техническом ВУЗе. Проанализирован диалог с одной из часто используемых платформ ИИ с точки зрения возможности получения информации на наиболее общие вопросы организации учебного процесса, в частности, при проведении лабораторного физического практикума.

Ключевые слова: высшее образование, искусственный интеллект, виртуальная (VR) и дополненная (AR) реальности, физика, лабораторный практикум

Введение. Тема искусственного интеллекта (ИИ) привлекает все больший интерес, так как использование ИИ в различных областях человеческой деятельности возрастает очень быстрыми темпами. Можно с большой вероятностью утверждать, что через несколько лет ИИ станет таким же необходимым

элементом, как и мобильные телефоны со всем сопутствующим арсеналом программ, приложений, социальных сетей и пр. В этой связи необходимо изучить возможности и перспективы использования ИИ в сфере высшего образования, особенно для преподавания естественно-научных дисциплин. Особую значимость использование ИИ имеет для изучения курса физики при подготовке специалистов инженерно-технического профиля. Как правило, каждая кафедра, которая ведет курс физики, имеет наработки в учебном [1; 2], научном и методическом обеспечении [3–5], определенный уровень оснащенности лабораторий для проведения физического практикума. Все это определяется номенклатурой специальностей, отведенными на занятия учебными часами и учебными программами.

Целью данной работы является анализ диалога с ИИ по различным вопросам курса общей физики, а также оценка возможной интеграции ИИ в структуру проведения лабораторного физического практикума.

Рассмотрим программу ChatOn AI (GPT-4o mini), которую легко скачать из Google Play. Данная ИИ обладает широким функционалом и предоставляет бесплатный доступ, ограниченный пятью запросами в день. Подобного рода ограничения существуют практически во всех ИИ. Доступ полного функционала предоставляется только на коммерческой основе.

Интерфейс ChatOn AI достаточно прост, не требует особых навыков в использовании. Рассмотрим ответы данной платформы на некоторые вопросы, которые задаются пользователем в строке чата с ИИ.

Вопрос 1. Искусственный интеллект в физике. Ответ ИИ на данный вопрос содержит перечисление вариантов использования: анализ данных, моделирование физических процессов, оптимизация экспериментов, обнаружение элементарных частиц при помощи анализа данных, получаемых от детекторов частиц, симуляции, решение сложных уравнений. Из ответа следует, что ИИ дает наиболее общие сведения, коротко сформулированные, дающие общие представления об использовании ИИ в физике. Следует обратить внимание на то, что никаких ссылок ИИ не предоставляет. В конце своего ответа ИИ делает вывод, не слишком обоснованный ответом для профессионального специалиста-физика, уверяет, что ИИ – очень важный инструмент. Впрочем, на уровне реферативных данных может быть принят студентами как описание сферы использования ИИ.

Вопрос 2. Какие технологии используются для создания реалистичных симуляций в различных областях науки?

Ответ 2. Цитируем: «Для создания реалистичных симуляций в различных областях науки используются разнообразные технологии, включая:

1. Моделирование на основе физических законов. Использование дифференциальных уравнений и физических моделей для описания поведения систем. Это распространено в механике, термодинамике и электродинамике.

2. Численные методы. Алгоритмы, такие как метод конечных элементов (FEM), метод конечных разностей (FDM) и метод Монте-Карло, позволяют решать сложные уравнения и моделировать физические процессы.

3. Графика и визуализация. Технологии компьютерной графики, такие как OpenGL и DirectX, используются для визуализации симуляций в реальном времени, что делает их более доступными и понятными.

4. Виртуальная и дополненная реальность. Эти технологии позволяют создавать интерактивные симуляции, в которых пользователи могут взаимодействовать с моделями, что улучшает понимание сложных концепций.

5. Машинное обучение. Алгоритмы машинного обучения могут быть использованы для оптимизации симуляций и предсказания поведения сложных систем, на основе обучающих данных.

6. Параллельные вычисления. Использование суперкомпьютеров и распределенных вычислительных систем позволяет ускорить процесс симуляции, обрабатывая большие объемы данных одновременно.

7. Системы динамического моделирования. Специальные программные платформы, такие как MATLAB, Simulink и COMSOL Multiphysics, предоставляют инструменты для создания и анализа моделей.

Эти технологии позволяют ученым и инженерам создавать сложные и реалистичные симуляции, которые помогают в исследованиях, проектировании и обучении».

Анализ отклика ИИ показывает, что все перечисленные элементы в той или иной степени используются в лабораторном физическом практикуме без привлечения ИИ [6; 7], особенно при выполнении компьютерных виртуальных лабораторных работ [8; 9]. Поэтому актуальным становится вопрос, каким образом использовать ИИ при обучении студентов, например, при обучении на основе систем динамического моделирования. Для студентов данный отклик содержит достаточно много сложных понятийных структур: метод Монте-Карло, метод конечных разностей и пр., о которых нужно иметь хотя бы описательное представление, чтобы понять ответ ИИ. Поэтому здесь можно сделать вывод о том, что студентам нужно иметь достаточный уровень базовой подготовки, чтобы вести диалог с ИИ по физическим понятиям и законам.

Зачастую лабораторный физический практикум включает в себя виртуальные лабораторные работы [10]. Поэтому вопрос 3 был сформулирован следующим образом: каковы основные преимущества использования виртуальной и дополненной реальности в обучении?

Ответ 3. Цитата: «Использование виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) в обучении предоставляет множество преимуществ:

1. Интерактивность. VR и AR создают интерактивные учебные среды, где студенты могут активнее участвовать в процессе обучения, что способствует лучшему усвоению материала.

2. Погружение. Виртуальная реальность позволяет учащимся полностью погрузиться в учебный контекст, что помогает им сосредоточиться на обучении и лучше воспринимать информацию.

3. Визуализация сложных концепций. AR и VR делают абстрактные или сложные идеи более понятными, позволяя визуализировать процессы и явления, что особенно полезно в таких областях, как наука и инженерия.

4. Безопасное обучение. Эмоционально и физически безопасная среда позволяет студентам совершать ошибки и учиться на них без реального риска, что особенно важно в таких областях, как медицина или техника.

5. Доступность. AR и VR могут сделать сложные и удаленные объекты или ситуации доступными для студентов в любой точке мира, что расширяет возможности обучения.

6. Персонализация. Технологии позволяют адаптировать учебный процесс под индивидуальные потребности и темпы учащихся, что повышает эффективность обучения.

7. Стимулирование мотивации. Игровые элементы и захватывающая среда VR/AR могут повысить интерес студентов к учебному процессу, делая его более увлекательным.

8. Совместное обучение. Возможности для совместной работы в VR создают пространство для взаимодействия и обмена идеями между студентами, что способствует развитию командных навыков.

Эти преимущества делают VR и AR мощными инструментами для улучшения качества образования и подготовки специалистов в различных областях».

Из ответа следует: для того чтобы получить преимущества использования VR и AR, нужно разрабатывать или закупать дополнительные платформы, которые бы реализовали вышеперечисленные принципы. Это дополнительный пласт работы, который несомненно может поднять эффективность процесса обучения студентов, их заинтересованность в учебном процессе. Однако он требует разработки новых учебно-методических концепций, подходов в методике проведения занятий. Некоторые элементы уже разработаны и созданы, если верить ответу ИИ на вопрос 4: «Какие симуляции существуют для взаимодействия ИИ со студентом?»

Ответ 4. Цитирование: «Существует множество симуляций и методов взаимодействия искусственного интеллекта (ИИ) со студентами, которые способствуют обучению и вовлечению. Вот некоторые из них:

1. Интерактивные обучающие платформы. Платформы, использующие ИИ, могут предлагать интерактивные уроки, викторины и задания, адаптированные к уровню знаний студентов. Такие платформы могут предоставлять мгновенную обратную связь и результаты.

2. Геймификация. Применение игровых элементов в обучении, таких как достижения, уровни и награды, может повысить мотивацию студентов. ИИ может адаптировать игровые сценарии в зависимости от прогресса студента.

3. Виртуальные лаборатории. ИИ может создать симуляции, позволяющие студентам проводить эксперименты в виртуальной среде. Это особенно полезно в науках, где доступ к реальным лабораториям может быть ограничен.

4. Чат-боты и виртуальные помощники. ИИ может использоваться в качестве чат-ботов, которые отвечают на вопросы студентов, помогают с домашними заданиями и предоставляют информацию о курсе.

5. Адаптивные учебные материалы. ИИ может анализировать успехи студентов и предлагать индивидуально подобранные материалы, включая видео, статьи и упражнения, чтобы помочь углубить понимание тем.

6. Системы личного обучения. Эти системы могут отслеживать прогресс студента и предоставлять рекомендации по улучшению, а также предлагать дополнительные ресурсы для изучения.

7. Виртуальные группы и коллаборация. ИИ может помочь организовать группы студентов для совместной работы над проектами, предлагая инструменты для общения и обмена знаниями.

8. Анализ данных и прогнозирование. ИИ может анализировать данные о прогрессе студентов и предсказывать, где они могут столкнуться с трудностями, предлагая заранее помощь или дополнительные ресурсы.

9. Обратная связь и оценка. ИИ может автоматизировать процесс оценки заданий, предлагая быстрые и подробные отзывы, что позволяет студентам быстро исправлять ошибки и учиться на них.

10. Создание контента. ИИ может помогать студентам в создании учебных материалов, таких как презентации или отчеты, предоставляя шаблоны и идеи».

Действительно, обучающих платформ сейчас достаточно много: Teams, GeekBrains, Skillbox и др. Они разрабатываются под определенные цели и задачи и активно используются в процессе обучения студентов. Однако их интеграция с ИИ пока не слишком очевидна. Создание контента студентами – важная вещь, однако преподавателю необходимо четко различать в таком контенте, какую роль выполнил ИИ, а какую студент своими силами, т. е. функция создания контента ИИ не должна быть первичной по отношению к задаче формирования навыков работы с информацией самого студента.

Таким образом, из диалога с ИИ следует, что информация подается в самом общем плане. Поэтому стоит обучать студентов правильно, а значит, максимально конкретно ставить вопросы, сужать тему диалога с ИИ, например, для работы с учебно-методическим материалом данной лабораторной работы, иметь голосовую связь с ИИ, ориентировать студентов к формированию понятийной базы, достаточной для понимания ответов ИИ без использования дополнительных средств или поиска в интернете. Кроме этого, появляется большой пласт работы по интеграции ИИ в учебный процесс, который несомненно в будущем повысит эффективность подготовки кадров в инженерно-техническом вузе.

Список использованных источников

1. Кужир, П.Г. Общая физика: Оптика. Квантовая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц: сборник задач / П.Г. Кужир, Н.П. Юркевич, Г.К. Савчук. – Минск : БНТУ, 2018. – 197 с.
2. Кужир, П.Г. Общая физика: электричество, магнетизм. Сборник задач : учеб. пособие / П.Г. Кужир, Н.П. Юркевич, Г.К. Савчук. – Минск : Изд-во Гревцова, 2013. – 272 с.
3. Использование компьютерных технологий для контроля знаний студентов при выполнении физического практикума в рамках работы совместного факультета ТИПСЭАД-БНТУ / Н.П. Юркевич, Г.К. Савчук, А. П. Ахмедов, Р.М. Мирсаатов, М.А. Темирова, С.Б. Худойберганов // Вода. Газ. Тепло. 2020 : материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию Белорус. нац. техн. ун-та, 100-летию каф. «Гидротехнич. и энергетич. строит., водный транспорт и гидравлика», 90-летию каф. «Теплогазоснабжение и вентиляция», Минск, 8–10 окт. 2020. – Минск, 2020. – С. 324–328.
4. Савчук, Г.К. Обучение студентов инженерно-строительного профиля основам рентгеновской дифрактометрии с использованием компьютерной структурной кристаллографии / Г.К. Савчук, Н.П. Юркевич // Физическое образование в вузах. – 2005. – Т. 11, № 2. – С. 56–65.
5. 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.
6. 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.
7. Юркевич, Н.П. Компьютерное приложение для изучения микродеформаций и микронапряжений в твердых телах по дифракционным пикам / Н.П. Юркевич, Г.К. Савчук // Вода. Газ. Тепло. 2020 : материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию БНТУ 100-летию каф. «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика», 90-летию каф. «Теплогазоснабжение и вентиляция», Минск, 8–10 окт. 2020. – Минск, 2020. – С. 329–332.
8. Yurkevich, N.P. Determination of micro deformations and coherent scattering regions in ceramic materials / N.P. Yurkevich, G.K. Sauchuk // Sciences of Europe. – 2022. – Vol. 1, № 86. – P. 59–66.
9. Юркевич, Н.П. Изучение в физическом лабораторном практикуме методов определения продуктов распада в ядерных реакциях / Н.П. Юркевич, Г.К. Савчук, А.П. Ахмедов, С.Б. Худойберганов // Вышэйшая школа. – 2024. – № 4. – С. 10–13.
10. Ахмедов, А.П. Совмещение реальных и виртуальных лабораторных работ в образовательном процессе студентов / А.П. Ахмедов, С.Б. Худойберганов, Н.П. Юркевич // Актуальные проблемы современного естествознания : материалы XI Республиканского научно-методологического семинара, Минск, 3 декабря 2020. – Минск, 2020. – С. 91–95.



Современные подходы к преподаванию общетехнических и специальных дисциплин на уровнях профессионально-технического, среднего специального и высшего образования

УДК 37.091.313

Л.Н. Бакланенко, В.П. Дубодел

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Рассматривается вопрос об использовании элементов модульного обучения при организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Материаловедение».

Ключевые слова: самостоятельная работа, модуль, кристаллическое строение, структура, свойства, дефекты металлов, макро-и микроструктура, термическая обработка

Введение. Проблема использования и поиск вариантов создания научно-методических рекомендаций по использованию информационных технологий в учебном процессе на занятиях по материаловедению специалистов машиностроительного профиля является неотъемлемой частью организации учебно-воспитательного процесса в учебном заведении. [1]

В познавательной деятельности студентов творческая активность характеризуется направленностью его действий на глубокое выявление свойств вещей, явлений, процессов, в которых могут использоваться цифровые информационные технологии. Исполнительская активность является формой проявления активного отношения человека к окружающей действительности. В учебно-познавательной деятельности успех зависит от того, что и как делают студенты с материалом, подлежащим изучению и выполнению работы. При этом их деятельность может быть направлена на запоминание готовых положений, решение задач с использованием указанных способов, выполнение лабораторных работ по готовым инструкциям и т. д.

Творческая активность характеризует более высокую степень развития студента, при которой в единстве выступают интеллектуальные, волевые, эмоциональные процессы.

Активизация деятельности в ходе занятий по курсу «Материаловедение» опосредована одним из основных принципов дидактики – принципа сознательности и активности. Его правильная реализация зависит от той роли, которую берет на себя лаборант и преподаватель в ходе учебного процесса [3].

Необходимо давать студентам задания с элементами самостоятельности в принятии решений, выборе способов работы, что непосредственно активизирует их деятельность.

Благоприятные условия для осуществления рассматриваемого принципа создает современная дидактическая система. Рассматривая необходимость активизации и сознательного участия студентов в учебном процессе, система требует умелого руководства их познавательной деятельностью. Необходимо давать обучаемым задания с элементами самостоятельности в принятии решений, выборе способов работы, что непосредственно активизирует их деятельность.

Последовательность действий преподавателя при анализе содержания темы программы:

- составляется план темы;
- разрабатывается система межпредметных и связей учебного материала;
- конкретизируются образовательные, воспитательные, развивающие задачи темы;
- выделяется динамическая часть программы;
- устанавливается метод построения материала темы;
- составляется план соответствующего раздела базовой дисциплины;
- сравниваются цели, задачи, методы построения и структура материала темы предмета и выделенных разделов базовой программы;
- рассматривается перечень предлагаемых программой практических и лабораторных работ [2].

Работа студентов на занятиях по курсу «Материаловедение» представляет собой комплексную познавательно-преобразовательную деятельность, состоящую из взаимосвязанных компонентов, таких, как

теоретические исследования, эксперименты, решение технических и технологических задач, создание объектов и идей творческого характера [3].

Для самостоятельной работы студентов разработано пособие по организации самостоятельной работы студентов по курсу «Материаловедение», которое включает задания к модулям 1–6. Основой такой системы организации самостоятельной работы является разработка модульной структуры курса и создание адекватной этой структуре системы индивидуальных заданий, выполнение которых позволяет студенту организовать свою деятельность по освоению необходимых знаний и навыков. Контроль выполнения заданий преподавателю дает возможность корректировать самостоятельную работу студентов над курсом и оценивать ее результаты. Принципиально важным является наличие итоговых заданий (задания), для выполнения которых студент должен использовать весь комплекс знаний, методов, умений, усвоенных при изучении данного курса, продемонстрировав целостность своего восприятия изучения материала.

Содержание учебного материала по дисциплине «Материаловедение» в соответствии с рабочей программой разбито на шесть модулей, четыре из которых включают материал фундаментальной части курса, а два – прикладной (таблица 1).

Последние два задания являются итоговыми. Студенты инженерно-педагогических специальностей по одному из вопросов пятого или шестого модулей (по согласованию с преподавателем) разрабатывают методику изложения учебного материала и готовят сообщения, доклады, фрагменты занятий.

На вводной лекции студенты получают информацию о модульной структуре курса, последовательности и сроках изучения модулей, объеме и содержании индивидуальных заданий по каждому модулю и сроках их сдачи, а также узнают расписание консультаций ведущего преподавателя.

Таблица 1 – Содержание учебного материала по дисциплине «Материаловедение»

Модуль	Наименование изучаемого и контролируемого раздела
1	Строение металлов и сплавов
2	Сплавы на основе железа. Их структура и свойства
3	Влияние деформационного, термического и других видов воздействия на структуру и свойства металлов и сплавов
4	Технология термической и других видов упрочняющей обработки
5	Конструкционная прочность и пути ее повышения
6	Инструментальные материалы. Выбор инструментальных материалов и методов их обработки

Пример задания:

Задания для самостоятельной работы по модулю 1

Вариант 1.1

1. Укажите тип кристаллической решетки с Fe. Обоснуйте значение координационного числа для этой кристаллической решетки, укажите положение самых крупных пор в ней и их величину.
2. В чем отличие кристаллической решетки реального и идеального кристаллов? Приведите примеры.
3. Какое влияние оказывают дислокации на диффузионные процессы в кристаллах? При каких температурах это влияние наиболее существенно?
4. Почему и как величина кристаллов в металлах зависит от степени переохлаждения расплава в процессе кристаллизации?
5. Какие выводы можно сделать о сплаве, кривая охлаждения для которого приведена на рисунке 1?
6. Постройте с применением правила фаз кривую нагрева для сплава 1 (рисунок 2).
7. Укажите фазы, находящиеся в равновесии в точках 1, 2, 3 (рисунок 2).
8. Укажите фазы, их химический состав и количественное соотношение в точке K (рисунок 3).
9. Опишите взаимодействие компонентов в диаграмме состояния А – В (рисунок 4). Укажите и обоснуйте структуру во всех областях диаграммы. К каким изменениям в структуре сплава 1 может привести повышение скорости его охлаждения от точки a?



Рисунок 1

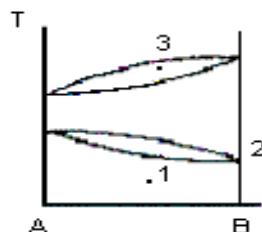


Рисунок 2

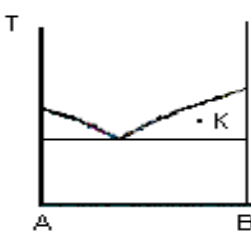


Рисунок 3

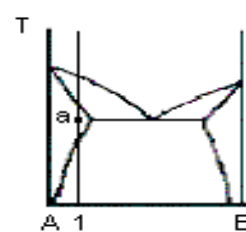


Рисунок 4

10. Как изменится твердость сплава со структурой твердого раствора при разложении раствора и образовании двухфазной структуры?

Вариант 1.2

1. Укажите тип кристаллической решетки хрома. Обоснуйте значение координационного числа для этой кристаллической решетки. Укажите положение самых крупных пор в ней и их величину.

2. Как классифицируются дефекты кристаллической решетки по геометрическим признакам? Приведите примеры дефектов каждого типа.

3. В чем отличие самодиффузии от гетеродиффузии? В каком случае коэффициент диффузии больше? Приведите примеры.

4. Определите равновесную температуру кристаллизации меди по кривым охлаждения и нагревания для нее (рисунок 5) при условии равенства переохлаждения и перенагрева.

5. Приведите примеры интерметаллических соединений. Укажите их основные свойства.

6. Постройте с применением правила фаз кривую нагрева для сплава 1 (рисунок 6).

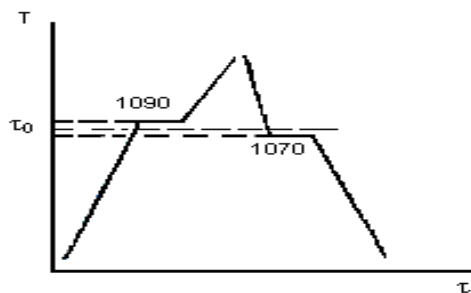


Рисунок 5

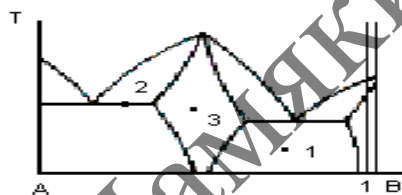


Рисунок 6

7. Укажите фазы, находящиеся в равновесии в точках 1, 2, 3 (рисунок 6).

8. Укажите фазы, их химический состав и количественное соотношение в точке К (рисунок 7).

9. Опишите взаимодействие компонентов в диаграмме состояния А – В (рисунок 8). Укажите и обоснуйте структуру во всех областях диаграммы. Может ли повлиять скорость охлаждения на структуру сплава 1?

10. Изменится ли твердость сплавов при увеличении концентрации компонента В от Р до Т (рисунок 8), если известно, что компоненты системы имеют разную твердость? Обоснуйте ответ.

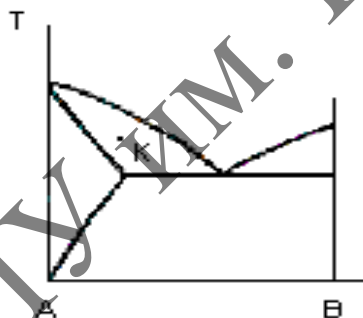


Рисунок 7

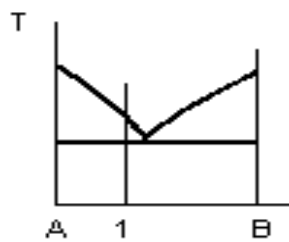


Рисунок 8

Если студент выполняет и сдает при собеседовании задание по модулю в срок, он получает за его выполнение в среднем десять баллов. Глубина проработки материалов, удачные решения, привлечение дополнительных материалов, логичность и строгость ответов могут поощряться преподавателем добавлением одного-двух баллов. Неточность в ответах, поверхностный, узкий подход к решению поставленных задач, небрежность являются основанием для снижения на один-два балла общего их количества, выставляемого за выполнение задания по модулю. Сдача задания после указанного преподавателем срока также штрафуются: опоздание на каждую неделю ведет к потере 0,5 балла.

В результате выполнения и сдачи всех заданий студент получает определенное количество баллов, которое максимально может быть равным $(10+2)M$, где M – количество модулей в курсе. Общее количество баллов и является основанием для получения той или иной экзаменационной оценки и становится показателем его рейтинга. При наличии в курсе шести модулей оценка выставляется на основе данных, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценки

Сумма баллов	Экзаменационная оценка
60–72	9–10
40–59	6–8
20–39	4,5
19 и меньше	3

Общая оценка, таким образом, учитывает вклады и самостоятельной работы по курсу в течение семестра и дополнительной подготовки к экзамену. Учет вклада регулярной самостоятельной работы студента является обязательным, так как она в значительной мере определяет и обеспечивает надежность полученных знаний в период его последующей учебной и практической деятельности.

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, при выполнении лабораторных работ;
- 2) в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т. д. [3].

Установлено, что использование модульного обучения при организации самостоятельной работы по курсу «Материаловедения» кардинально меняет процесс обучения.

Список использованных источников

1. Вертакова, Ю.В. Традиционные технологии обучения и обеспечение качества образования эпохи цифровой трансформации / Ю.В. Вертакова, В.А. Плотников // Управленческое консультирование. – 2020. – № 3 (135). – С. 54–60.
2. Панюкова, С.В. Цифровые инструменты и сервисы в работе преподавателя / С.В. Панюкова. – М. : Про-пресс, 2020. – 34 с.
3. Бакланенко, Л.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов / Л.Н. Бакланенко. – LAR LAMBERT Academic Publishing RU, 2018. – 148 с.

УДК 37.091.3

Е.В. Бирилова

УО «Гомельский государственный автомеханический колледж»

АКТИВИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ПЛАКАТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ПРИКЛАДНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

В статье раскрываются возможности использования интерактивных плакатов при преподавании общетехнических и специальных учебных предметов на уровне профессионально-технического образования.

Ключевые слова: черчение, целенаправленная познавательная деятельность; профессиональные компетенции; цифровые компетенции; QR-код; интерактивный плакат.

Введение. Способность молодого рабочего выполнять свои должностные функции невозможна без графической подготовки.

Графическая подготовка – процесс, обеспечивающий формирование у учащихся рациональных приемов чтения и выполнения графических изображений, встречающихся в трудовой деятельности, поэтому формирование профессиональных компетенций по выполнению и чтению рабочих чертежей деталей является актуальной задачей для преподавателей черчения [1]. Однако данная деятельность имеет определенные трудности, которые связаны с недостаточным уровнем развития пространственных представлений (пространственного мышления и воображения), низким уровнем общеучебных компетенций (умений наблюдать, сравнивать, измерять, применять терминологию, выполнять простейшие операции с чертежными инструментами), и с не всегда высоким уровнем мотивации для выполнения графических заданий.

Реализация этих требований в учреждениях профессионально-технического образования влечет за собой постоянное совершенствование организации педагогической деятельности, интенсификацию процесса обучения, реализацию идей развивающего обучения, совершенствование форм и методов организации учебного процесса, обеспечивающих переход от механического усвоения к овладению умением самостоятельно приобретать новые знания.

Основная часть. Одним из способов активизации мотивированной познавательной деятельности является постановка и поиск решения конкретных проблемных ситуаций, которые исключают «машинное» воспроизведение информации, влекут к осознанному поиску и использованию информации. Так, для достижения высокого уровня деятельности основное время необходимо использовать не на само решение проблемных ситуаций, а на обучение способам их решения [2].

С целью вовлечь учащихся во внутренне мотивированную целенаправленную познавательную деятельность, направленную на формирование профессиональных компетенций, в Гомельском государственном автомеханическом колледже преподавателями учебных предметов профессионального компонента разрабатываются и применяются в образовательном процессе интерактивные плакаты, одним из которых является интерактивный плакат «Черчение».

Интерактивный плакат – способ визуализации информации на основе одного изображения, к которому в виде меток («горячих точек») прикрепляются ссылки на видео, аудио, презентации, текстовые документы слайд-шоу, игры, опросы, тесты. Главное достоинство такого плаката – его интерактивность [3].

Интерактивный плакат реализует возможность самостоятельного управления информацией – учащийся может знакомиться с информацией в любом удобном для себя порядке и открывать только интересующие его материалы. Интерактивный плакат может стать прекрасным дополнением к традиционным формам подачи и хранения учебного материала.

Обозначим ряд ключевых аспектов использования интерактивных плакатов в образовательном процессе:

- мотивационный аспект;
- содержательный;
- учебно-методический;
- контрольно-оценочный аспект [4].

Интерактивный плакат «Черчение» может использоваться при подготовке к учебным занятиям, при выполнении домашних заданий, при самостоятельном обучении [5].

Из опыта работы следует отметить, что учащиеся допускают типичные, часто повторяемые ошибки, связанные с типами линий, нанесением размеров, шероховатости и отклонений. А интерактивный плакат дает учащемуся быстрый доступ к часто используемой информации (типы линий, шероховатость, нанесение размеров и др.) и позволяет уменьшить количество ошибок, быстрее запомнить данную информацию и работать с ней в индивидуальном порядке.

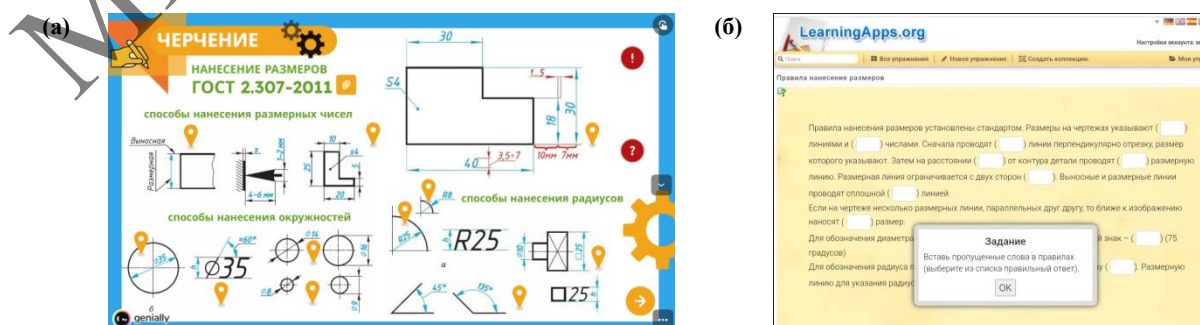
Интерактивный плакат «Черчение» разработан в сервисе Genially с поддержкой заданий, разработанных в LearningApps. Доступ к материалам плаката осуществляется с помощью QR-кода (рисунок 1).



Рисунок 1 – QR-код для доступа к интерактивному плакату «Черчение»

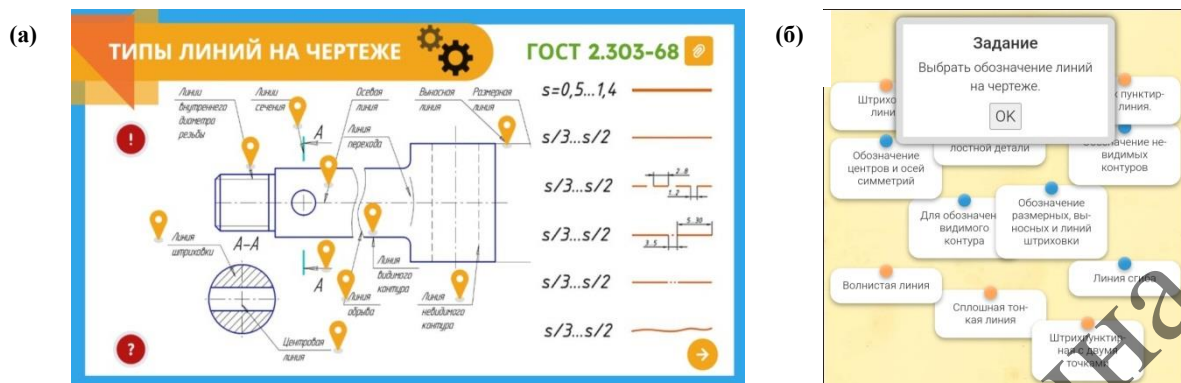
Плакат состоит из четырех листов и содержит следующие разделы:

- нанесение размеров с графическими примерами и текстовыми разъяснениями требований стандарта, памятками и прикрепленным интерактивным заданием;



(а) – лист 1; (б) – интерактивное задание
Рисунок 2 – Интерактивный плакат

- типы линий на чертеже (наименование линий, способ начертания, назначение линий) с графическими примерами и текстовыми разъяснениями требований стандарта, памятками и прикрепленным интерактивным заданием;



(а) – лист 2; (б) – интерактивное задание
Рисунок 3 – Интерактивный плакат

- проекционное черчение (прямоугольное проецирование как способ образования комплексного чертежа, направление взгляда, расположение проекций) стандарта, памятками и прикрепленным видеоматериалом;



(а) – лист 3; (б) – текстовые разъяснения требований стандарта, памятки
Рисунок 4 – Интерактивный плакат

- указание шероховатости, допусков формы и расположения поверхностей (условные знаки для обозначения шероховатости, допусков формы и расположения поверхностей, их размеры и расположение на рабочих чертежах деталей, правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах) стандартов [6].



(а) – лист 4; (б) – текстовые разъяснения требований стандартов
Рисунок 5 – Интерактивный плакат

Заключение. Опыт использования интерактивного плаката «Черчение» показал, что на учебных занятиях учащиеся даже с низкой мотивацией к обучению работают более активно, заинтересованно выполняют задания. Повышается интерес учащихся к преподаваемому предмету, познавательная деятельность, мотивация к обучению, прививаются навыки самостоятельной работы, а в результате – повышается уровень знаний, развиваются интеллектуальные способности учащихся и цифровые компетенции. Применение информационных технологий в образовательном процессе позволяет достигнуть заданных норм, определяемых целями и задачами обучения, т. е. достигнуть определенного, заранее заданного результата наиболее рациональным способом, а именно, с меньшими временными затратами и трудовыми ресурсами [7].

Таким образом, комплексный подход позволяет повысить уровень усвоения знаний, сократить время на усвоение материала по данной специальности и, как следствие, повысить уровень качества образования.

Однако хотелось бы отметить, что использование элементов технологии программированного обучения с интерактивными формами дополняет, но не вытесняет традиционные методы обучения.

Список использованных источников

1. Чернова, Е.Н. Преподавание черчения в школе: теория и практика : учеб.-метод. пособие / Е.Н. Чернова, Д.В. Цареня. – Минск : Народная асвета, 2022.
2. Кузьмина, Н.В. Профессионализм деятельности преподавателя и мастера производственного обучения профтехучилища / Н.В. Кузьмина. – М., 1990.
3. Аешина, О.В. Создание интерактивного плаката в сервисе Genially: консультация / О.В. Аешина. – Красноярск, 2022.
4. Пащенко, О.И. Информационные технологии в образовании : учеб.-метод. пособие / О.И. Пащенко. – Нижневартовск : Изд-во Нижневартовского государственного университета, 2013.
5. Ильин, М.В. Проектирование содержания профессионального образования: теория и практика / М.В. Ильин. – Минск : РИПО, 2002.
6. Образовательный стандарт профессионально-технического образования специальности 4-02-0714-01 «Обработка деталей на металлорежущих станках»: ОСПТО 4-02-0714-01. – Введ. 08.08.2022. – Минск : РИПО, 2022. – 12 с.
7. Соболев, Н.В. Оценка успешности обучения учащихся / Н.В. Соболев // Фестиваль педагогических идей «Открытый урок». – URL: <http://www.ddtvorkuta.ru/wp-content/uploads/metod/urovni.pdf> (дата обращения: 03.10.2019).

УДК 004.056

Е.В. Валаханович

Военная академия Республики Беларусь

О СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДАХ К ПРЕПОДАВАНИЮ КУРСА «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ» В ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В современных условиях организация мероприятий по безопасности информации в информационных системах любой организации имеет очень важное значение. И основой для организации данных мероприятий является освоение сотрудниками организаций средств и методов по защите информации.

Ключевые слова: защита информации, кодирование, криптографическая система.

Введение. В XXI веке, в информационную эпоху прогресса человеческого общества, все аспекты жизнедеятельности людей, связанные с обработкой, хранением и передачей информации, приобретают особую актуальность.

Прежде всего это связано с необходимостью обеспечения безопасности информации, так как последствия применения новых технологий без соблюдения данного требования могут быть катастрофическими [1]: наряду с предоставляемыми преимуществами данные технологии облегчают возможность неправомерного искажения, уничтожения или разглашения определенной части информации, что наносит серьезный материальный и моральный урон организациям, участвующим в процессах информационного взаимодействия.

По этой причине в любое время, в периоды смены формаций и очередного витка развития технологий, актуальным является поиск наиболее рациональных путей решения учеными важных проблем современности.

Уже в XII веке многие ученые и общественные деятели понимали, что «...наука и техника приобретают подлинную мощь, если базируются на твердой математической почве» [2]. С тех пор данный

тезис приобрел еще большее усиление: «..., а серьёзная новая техника требует новой серьёзной математики!»).

Отрадно отметить, что ВУЗы идут в ногу со временем. Сейчас невозможно представить ни одной преподаваемой дисциплины без сопровождающего её электронного учебно-методического комплекса, ни одного лабораторного цикла без серьёзной компьютерной поддержки.

Наиболее наукоемкими сейчас являются дисциплины, изучающие средства и методы защиты информации. Для обеспечения должной им математической базы требуется освоение новых, не рассматривавшихся ранее в технических вузах разделов математики. В ответ на зов времени, в настоящее время в ВА РБ учебные программы для специальностей ряда факультета уточнены и включают в себя дисциплины, связанные с изучением информационной безопасности, а также методов и средств защиты информации. Для успешного освоения этих дисциплин необходимо понимание принципов и знание основных элементов и типов криптографических преобразований информации.

Так, дисциплина «Прикладная математика», введенная с недавнего времени в учебную программу ВА РБ, призвана обеспечить необходимую математическую базу для других дисциплин, занимающихся практическими вопросами защиты информации. В ходе изучения данной дисциплины даются основные для понимания курсантов классические и современные алгоритмы защиты информации, формируются твердые знания по тем разделам математики, которые обеспечивают осознанное применение современных криптографических алгоритмов.

Следует отметить, что защита информации подразумевает два направления:

- 1) защита информации от несанкционированного доступа;
- 2) защита информации от помех.

Первое направление развивается на протяжении всей истории цивилизации. Во второй половине XX века защита информации от несанкционированного доступа претерпела период революционного преобразования. Использование компьютерных средств потребовало и позволило разработать неприменимые ранее криптографические процедуры преобразования информации, базирующиеся на новейших понятиях и достижениях современной математики.

Второе направление находит практические решения в рамках теории и практики помехоустойчивого кодирования. Его история насчитывает около 60 лет развития. Помехоустойчивое кодирование, рассчитанное на применение цифровых систем передачи и хранения информации, согласно Клоду Шеннону, заключается во введении в передаваемую информацию избыточной контролирующей, которая и позволяет вести успешную борьбу с помехами.

Преподаватели кафедры высшей математики и физики ВА Республики Беларусь, понимая проблему, ставят перед собой задачу формирования знаний по следующим направлениям новой математики – теории чисел, теории групп, теории конечных полей [3].

В первую очередь необходимо прочное усвоение основ теории чисел – свойств функций Эйлера и Мёбиуса, свойств колец классов вычетов по простому и составному модулю, малой теоремы Ферма и теоремы Эйлера, китайской теоремы об остатках, свойств простых чисел. Обучаемые должны иметь представление о сложности задач формирования больших простых чисел, факторизации целых чисел на простые множители, задачи дискретного логарифма.

Необходимо овладение основами теории групп – знание свойств циклических, центральных и нормальных подгрупп, свойств смежных классов по подгруппам, теоремы Лагранжа о конечных группах и следствий из неё, свойств и методик построения фактор-групп, свойств гомоморфизмов и автоморфизмов групп, аддитивных и мультипликативных групп классов вычетов, симметрической и знакопеременной групп, матричных групп и подгрупп.

Требуются базовые знания по теории колец. Здесь и ориентация в многообразии колец и полей, и понимание обязательного различия нейтральных элементов кольца, коренного отличия свойств обратимых и целых элементов от свойств делителей нуля, знание свойств полиномов с произвольными коэффициентами, овладение основами теории идеалов, умение выделять главные и максимальные идеалы, умение строить фактор-кольца, хотя бы с конечным числом смежных классов.

Только на такой базе следует переходить к изложению современных криптографических систем, математических структур, методов и алгоритмов, лежащих в их основе. Именно такой подход позволит не только слепо следовать за предложенным разработчиками той или иной криптосистемы путем, а видеть недостатки и альтернативные варианты реализации исследуемой криптосистемы. Серьезная математическая база, изложенная в [4], позволяет не только ухватить суть криптосистем, скажем, RSA и Рабина, но и проводить сложнейшие вычисления с помощью китайской теоремы об остатках, которой пользуются практикующие криптографы. Знания основ современной алгебры позволяют не только работать с криптосистемой Эль Гамала, но и понять теоретико-групповую суть существенно подрывающего ее алгоритма “babystepgiantstep”, а может и предложить его обобщение, скажем, «тройной giantstep», понять значение групп Шнора в криптосистеме Эль Гамала.

В целях совершенствования учебного процесса по дисциплине «Прикладная математика», преподавателями кафедры разработан электронный учебно-методический комплекс. В частности, он содержит цикл лабораторных работ, позволяющий курсантам закрепить теоретический курс и самостоятельно

попробовать свои силы по взлому хотя бы простейших вариантов современных криптографических систем. Три из шести предлагаемых для проведения лабораторных работ посвящены теории чисел, четвертая – историческим системам защиты информации, пятая и шестая – самым актуальным современным криптосистемам RSA и Эль Гамала. Изучаемые темы разработаны по следующему алгоритму: сначала идет изложение необходимого теоретического материала, затем разбирается решение типичных для данной темы задач и, наконец, предлагаются задания по вариантам для выполнения конкретной самостоятельной или лабораторной работы. Приведенные примеры решения типовых задач по изучаемой теме делают материал доступным для понимания, облегчают его усвоение обучаемыми, в том числе и при самостоятельной работе.

Также для курсантов специальности «Телекоммуникационные системы» введен факультативный курс «Защита информации». Факультатив дополняет знания курсантов в теории конечных полей и способствует более качественному усвоению практических аспектов курса «Прикладная математика».

Таким образом, преподавательским составом кафедры высшей математики проводится целенаправленная и поступательная работа по приведению тематики и содержания учебного процесса в соответствие современным требованиям.

Список используемых источников

1. Мур, А. Руководство по безопасности бизнеса: практическое пособие по управлению рисками / А. Мур, К. Хиарден. – М. : Филинь, 1998. – 328 с.
2. Лебедев, С.А. Философия науки : учеб. пособие для вузов / С.А. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2015. – 296 с.
3. Липницкий, В.А. Защита информации : практикум / В.А. Липницкий, Л.В. Михайловская, Е.В. Валаханович. – Минск : ВА РБ, 2012. – 87 с.
4. Липницкий, В.А. Современная прикладная алгебра. Математические основы защиты информации от помех и несанкционированного доступа : учеб.-метод. пособие / В.А. Липницкий. – Минск, 2006. – 88 с.

УДК 004.82

Е.А. Германович, И.А. Гуриц, А.Л. Михняев

Брестский государственный технический университет

ВАЛИДАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OVERPASS API

На примере веб-проекта, реализующего доступ к картографической информации, демонстрируется применение Overpass API. Целью проекта является получение информации о расположении банкоматов. Применение API OpenStreetMap и Overpass API позволяет получить доступ к картографической информации и извлекать данные из базы OSM по пользовательским запросам. Результатами запроса являются данные в формате JSON. Приведены примеры запросов и результатов их выполнения. Опыт разработки будет полезен специалистам в области веб-проектирования и мобильных приложений.

Ключевые слова: API, веб-приложения, API Overpass, API OpenStreetMap, валидация картографических объектов.

Введение. API (англ. Application Programming Interface – программный интерфейс приложения) – это набор способов и правил, по которым различные программы «общаются» между собой и обмениваются данными (далее API).

Разнообразные API механизмы [1] позволяют решать широкий круг задач взаимодействия программных компонентов. Примерами различных типов API являются [3]: веб-API (Web APIs), SDK (Software Development Kit), API операционных систем, API DB/DWH, графические API (DirectX, OpenGL), API социальных сетей (Facebook, Twitter, Instagram), файловые API (Amazon S3, Google Cloud Storage и др.), мобильные API (Android API, iOS API) и т.д.

В контексте работы с сервером, API (см., например, [8]) – это механизмы, которые позволяют двум программным компонентам взаимодействовать друг с другом, как правило, на основе технологии «клиент-сервер», используя набор определений и протоколов. Например, Национальный Банк Республики Беларусь имеет подробное описание класса Currency как компонента API для получения официального курса белорусского рубля по отношению к иностранным валютам [2]. Подробное описание механизмов API дано, например, в [1], [4] и др.

Нами было реализовано веб-приложение с использованием API OpenStreetMap (OSM) [5] для получения информации о банкоматах в Беларуси. OSM – это свободная, изменяемая пользователями карта мира, создаваемая и поддерживаемая в режиме свободного доступа. OSM предоставляет данные о различных географических объектах (дорогах, зданиях, офисах и пр.)

При реализации проекта, кроме API OSM, был также использован API Overpass. Он позволяет отправлять запросы на извлечение данных из базы OSM и получать данные в формате JSON. Примеры реализации запросов даны во фрагментах 1 и 2.

Фрагмент 1. Текст запроса на получение информации о банкоматах в Минске:

```
[out:json];
area["ISO3166-1"="BY"]->.searchArea;
(
  node["amenity"="atm"](area.searchArea);
);
out body;
>;
out skel qt;
```

В приведенном запросе ограничивается область поиска банкоматов только территорией Беларуси (ISO3166-1="BY") и выполняется поиск всех узлов (node), имеющих тег "amenity" равный "atm", что обозначает узлы, являющиеся банкоматами. Также "atm" может являться тегом в том случае, если банкомат находится непосредственно в банке. В таком случае тег "amenity" будет равен значению "bank", а появившийся тег "atm" будет содержать в себе значение "yes" (показывать, что в выбранной банковской точке присутствует банкомат).

Ответом на запрос является JSON-строка с данными о банкоматах, включая их координаты, адрес и режим работы.

Для фильтрации результатов по выдаваемой банкоматом валюте мы можем, в соответствии с параметрами API, добавить в запрос необходимые условия. Во фрагменте 2 приведен пример запроса для получения информации о банкоматах города Минска, которые выдают валюту «евро» или «белорусские рубли».

Фрагмент 2. Текст запроса на получение информации о банкоматах, выдающих обозначенную валюту в г. Минске

```
[out:json];
area["ISO3166-1"="BY"]->.searchArea;
(
  node["amenity"="atm"](area.searchArea)[ATM_currency="EUR" or
  ATM_currency="BYN"];
);
out body;
>;
out skel qt;
```

Запрос содержит условие поиска банкоматов с тегом "ATM_currency" со значениями "EUR" или "BYN". Ответом на запрос ожидается JSON-строка с данными о банкоматах, удовлетворяющих условия.

Использование API OSM и Overpass позволяет получить различную информацию о расположении объектов, удовлетворяющих условия. Под условиями мы понимаем ограничение параметров поиска по территории и другим признакам. Исходя из общего представления об описанных API, они могут быть использованы в таких проектах, как мобильные приложения, веб-сайты, десктопные приложения для географической локализации различных ресурсов и услуг и т. д.

Валидация позволяет улучшить качество данных, устранить ошибки и несоответствия, а также упростить использование таких данных в различных приложениях и сервисах. Кроме того, валидация объектов может быть полезна для создания точных и детальных карт, которые могут использоваться в различных сферах, таких как туризм, навигация, планирование маршрутов, геоинформационные системы и другие.

Одна из проблем, с которой часто сталкиваются клиенты, заключается в том, что снятие наличных денег в банкоматах сторонних банков требует дополнительных расходов из-за взимаемой комиссии. Для решения этой проблемы может быть использовано наше приложение, которое предлагает возможное решение. Приложение для валидации банкоматов позволяет пользователям найти ближайший банкомат банка, выпустившего используемую банковскую карту. В приложении использованы средства интеграции банка клиента и его партнеров. Пользователю предоставляется возможность выбрать нужный банк в списке на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фрагмент интерфейса программы

Запрос, генерируемый автоматически, выдает информацию о расположении на карте ближайших банкоматов, обслуживаемых выбранным банком (рисунок 2). На основе полученной информации пользователь выбирает оптимальный маршрут до точки назначения.

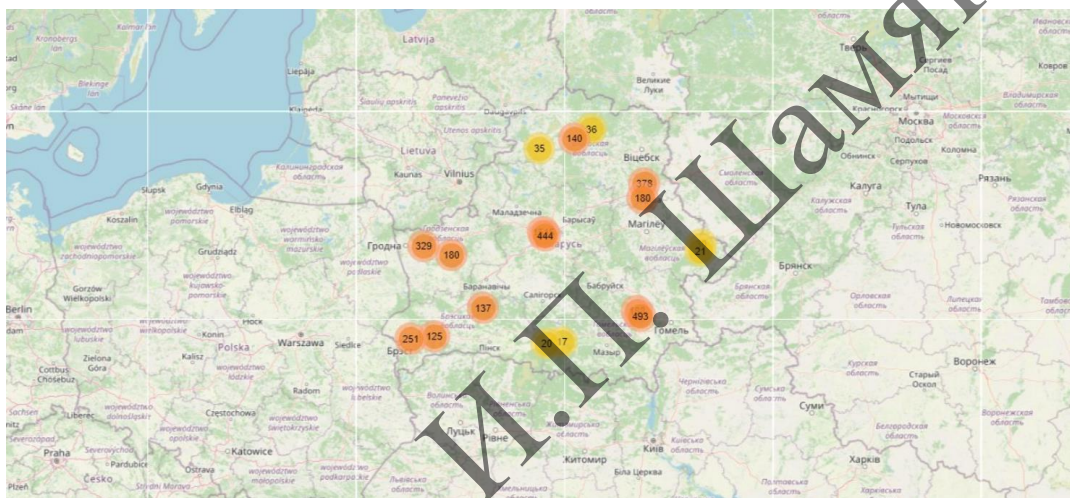


Рисунок 2 – Фрагмент карты с отображением объектов (банкоматов), удовлетворяющих заданному условию

Описанный способ применения API может быть использован для разработки приложений различных типов для решения широкого круга задач. Кроме того, приведенное описание демонстрирует применение одного из API – OpenStreetMap.

Представленные идеи могут быть расширены за счет дополнения различных функций, интеграции с другими сервисами, включением мультязычной поддержки и прочего. Такой подход может быть использован при создании корпоративных, учебных, социальных, игровых приложений и сервисов.

Список использованных источников

1. Amazon API Gateway. Amazon Web Services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/api>. – Дата доступа: 20.04.2024.
2. API Национального банка Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/apihelp/exrates>. – Дата доступа: 20.04.2024.
3. API от А до Я (теория и практика) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/768752>. – Дата доступа: 30.03.2024.
4. Google Cloud API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://console.cloud.google.com/apis/library>. – Дата доступа: 20.04.2024.
5. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openstreetmap.org>. – Дата доступа: 20.04.2024.
6. Головкин, В.А. Глубокое обучение для детектирования объектов на изображениях документов / В.А. Головкин // Физика, математика, информатика. Вестник БрГТУ. – 2017. – № 5. – С. 2–9.
7. Головкин, В.А. Распознавание крон деревьев на изображении с применением нейросетевых методов / В. А. Головкин // Физика, математика, информатика. Вестник БрГТУ. 2019. – № 5. – С. 18–24.
8. Грамотная клиент-серверная архитектура: как правильно проектировать и разрабатывать web API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/web-api>. – Дата доступа: 16.04.2024.

**ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА
(НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ»)**

В статье рассмотрены междисциплинарные связи при подготовке педагога-инженера на примере дисциплины «Металлические конструкции». Определены межпредметные связи между основными техническими дисциплинами, проведен анализ учебного материала по темам, выявлены основные направления в изучении отдельных тем, показана связь теоретического и практического компонентов, показаны пути оптимизации за счет распределения учебного материала по смежным дисциплинам.

Ключевые слова: инженер-педагог, инженерные дисциплины, металлические конструкции, межпредметные связи, оптимизация.

Введение. При подготовке инженера-педагога в условиях нашего ВУЗа изучается целый ряд специальных дисциплин, овладение которыми нужно для получения необходимых компетенций. Специальные дисциплины при подготовке инженера-педагога охватывают различные слабо связанные направления в строительстве: каменные и железобетонные конструкции, деревянные конструкции, металлические конструкции. Однако есть ряд дисциплин, которые можно объединить в логические блоки, т. к. рассматриваемые в них вопросы имеют тесную связь и взаимно дополняют друг друга. Совершенствование и оптимизация междисциплинарных связей могут значительно повысить качество преподаваемых дисциплин, сделать восприятие информации более понятным и осознанным [1].

Целью настоящей работы является выявление и оптимизация междисциплинарных связей при изучении дисциплин «Металлические конструкции», «Материаловедение», «Производственное обучение. Модуль – электросварщик ручной сварки», «Получение рабочей профессии», «Ресурсосберегающие технологии в сварке».

«Металлические конструкции» являются одной из профилирующих дисциплин, формирующих компетенции инженера-педагога. Фундаментом для успешного освоения курса служат такие специальные дисциплины, как «Материаловедение», «Производственное обучение. Модуль – электросварщик ручной сварки», дающие основные понятия и базовый уровень знаний в данной области.

В то же время такие дисциплины, как «Получение рабочей профессии», «Ресурсосберегающие технологии в сварке», являются дополнительными и могут значительно повысить уровень знаний студентов применительно к основным дисциплинам [2; 3; 4]. На рисунке 1 показаны междисциплинарные связи при изучении дисциплины «Металлические конструкции».

Для более успешного усвоения курса «Металлические конструкции» нам представляется возможным перераспределение учебного материала между смежными дисциплинами таким образом, чтобы изучаемый материал был тесно связан с основным курсом и вместе с тем имел выраженную логическую связь внутри дисциплины. Так, например, вопросы практического использования различных технологий сварки металлических конструкций лучше изучать на конкретных примерах при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Производственное обучение. Модуль – электросварщик ручной сварки», т.е. при изучении тем, связанных со сваркой стыковых и угловых соединений конкретные примеры лучше брать из реальных конструкций подкрановых балок, стропильных ферм, что поможет легче ориентироваться в особенностях проектирования их конструкций и условиях производства этих изделий. Данные вопросы приобретают особую актуальность применительно к курсовому проектированию по металлическим конструкциям.

Отсутствие практического опыта, знаний о конструктивных особенностях таких изделий, как стропильные металлические фермы, сильно затрудняет процесс проектирования и ограничивает творческую составляющую. Дополнительные сложности связаны с многообразием конструктивных решений узлов ферм, т. к. в задании на курсовое проектирование могут быть указаны несколько типов сечений элементов фермы. При этом существуют и различные варианты соединения верхних и нижних поясов с различными типами сечений раскосов фермы. Немаловажным аспектом является понимание принципов сборки и сварки металлических ферм, а также предварительной подготовки (механической обработки) к сборке и сварке. Эти вопросы являются определяющими с точки зрения экономичности и технологичности конструкций, а также позволяют ясно представлять достоинства и недостатки конструкций металлических ферм из различного сортамента. Проектирование ферм включает в себя не только конструкторские и технологические задачи. Ознакомление с конструкциями различных типов узлов ферм на практических занятиях по сварке позволит студентам выработать конструкторские и технологические навыки, а также творческие подходы, связанные напрямую с трудоёмкостью выполнения сварки, рациональному использованию сварочных приспособлений и технологической оснастки, применения современного сварочного оборудования.

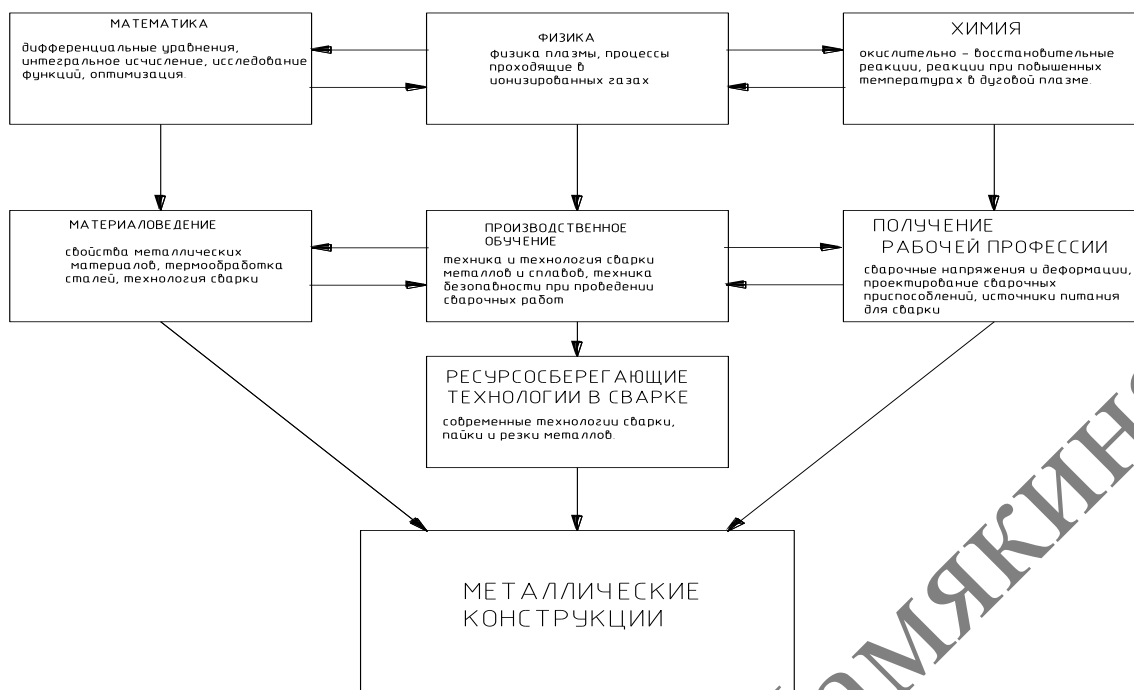


Рисунок 1 – Междисциплинарные связи при изучении дисциплины «Металлические конструкции»

Существенно дополнить и расширить представления в данной области могут знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Ресурсосберегающие технологии в сварке». Эта дисциплина тесно переплетается со всеми перечисленными предметами, являясь в то же время источником новых знаний и подходов в современном производстве и проектировании. Особую значимость новые технологии в сварке и производстве сварных конструкций приобретают в связи с повсеместной компьютеризацией на базе механизации и автоматизации сварочных работ. Новые технологии на базе современных роботизированных компьютеризированных комплексов меняют представления о применимости тех или иных проектных и технологических подходов, что в корне может изменить представления в этой области. Так, например, при проектировании стропильных металлических ферм профиль в виде круглой трубы применяется достаточно редко. Сам по себе трубный профиль круглого сечения является оптимальным с точки зрения использования материала (экономичности), т. к. имеет максимальный радиус инерции относительно любых, проведённых через геометрический центр осей. Важными достоинствами также являются аэродинамичность, лёгкий доступ для обработки наружной поверхности, хорошая коррозионная за счёт изоляции внутренних поверхностей от окружающей среды.

Вместе с тем такой тип сечения имеет существенные недостатки, ограничивавшие его применение в металлических конструкциях при использовании традиционных механических способов резки. Главным недостатком является сложность фигурной резки в узлах раскосов решётки при ее сочленении с поясами. При механической резке практически невозможно обеспечить требуемую точность по сложной криволинейной траектории. Однако современные компьютеризированные комплексы плазменной и лазерной резки легко справляются с данной сложной задачей, обеспечивая при этом высокое качество и несравнимо высокую, по отношению к механическим способам резки, производительность.

Таким образом, использование современных технологий сварки и резки, преподаваемых в дисциплине «Ресурсосберегающие технологии в сварке», даёт возможность пересмотреть традиционно сложившиеся представления о применимости тех или иных подходов в использовании различных профилей при проектировании металлических конструкций.

Некоторые важные темы, например, источники питания сварочной дуги, можно изучать в курсе «Получение рабочей профессии», освободив тем самым больше времени на изучение технологии сварки в дисциплине «Материаловедение».

При изучении источников питания сварочной дуги в курсе «Получение рабочей профессии» лабораторные занятия проводятся на базе производственных мастерских, где есть возможность ознакомить студентов с конструкциями и устройством сварочных аппаратов непосредственно на примерах имеющихся рабочих аппаратов и учебных стендов, изготовленных из выведенной из эксплуатации сварочной техники. Такой подход поможет студентам глубже разобраться в вопросах устройства сварочных источников питания, т. к. ограниченное количество лабораторных работ в курсе материаловедения не позволяет

уделить этому важному вопросу достаточное количество времени для получения практических навыков, особенно в наладке, настройке и эксплуатации.

Можно отметить, что разделение учебного материала по смежным техническим дисциплинам не только не снижает уровень подготовки, но и может способствовать повышению уровня знаний и умений студентов за счёт расширения представлений о принципах проектирования в условиях цифровизации и компьютеризации современного производства. Логическая схема оптимизации междисциплинарных связей при изучении дисциплины «Металлические конструкции» представлена на рисунке 2.

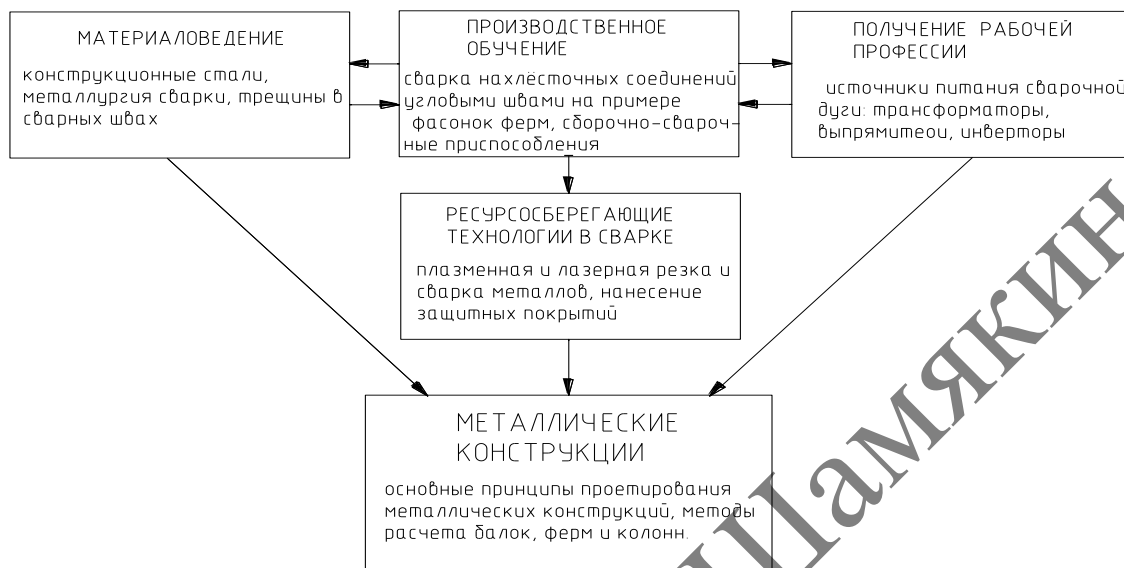


Рисунок 2 – Оптимизация междисциплинарных связей при изучении дисциплины «Металлические конструкции»

Нам представляется рациональным возможное распределение информации для изучения дисциплины «Металлические конструкции» между другими предметами, где она будет восприниматься легче, в том числе из-за использования элементов практического обучения.

Выявленные связи и обозначенные примеры практического использования различных технологий сварки позволят расширить знания в области проектирования металлических конструкций, сформировать навыки и умения при выполнении практических расчётов в курсовом проектировании.

Список использованных источников

1. Педагогика профессионального образования / авт.-сост. Ю. И. Кричевский ; науч. ред. А.Х. Шкляр. – Изд. 2-е. – Минск : РИПО, 2006. – 374 с.
2. Мурашев, М.А. Интеграция инженерного образования и производства: исторический опыт и современные тенденции / М.А. Мурашев // Проблемы высшего образования. – 2017. – № 1 – С. 69–71.
3. Тюнников, Ю.С. Анализ проектной деятельности инженера-педагога в области политехнического образования учащихся / Ю.С. Тюнников // Методология исследования инженерно-педагогического образования : сб. науч. тр. / Свердлов. инж.-пед. ин-т ; [редкол.: В.С. Безрукова, Н.Е. Эрганова]. – Свердловск : СИПИ, 1988. – С. 69–77.
4. Левитес, Д.Г. Педагогические технологии : учебник / Д.Г. Левитес, Российская академия образования. – М. : Инфра-М, 2017. – 401 с.

УДК 378.004

А.И. Гридюшко, Е.И. Сафанков

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА

В статье рассматриваются особенности организации проектной деятельности студентов при реализации компетентностно-ориентированных заданий в лабораторном практикуме.

Ключевые слова: компетентностно-ориентированные задания, надежность, модульно-рейтинговая технология, проектная деятельность.

Введение. В настоящее время модернизация системы высшего образования направлена на организацию комплексной деятельности по формированию профессиональных компетенций обучающихся как основного требования государственных образовательных стандартов, обеспечивающих подготовку конкурентоспособных специалистов, удовлетворяющих требования рынка труда. При этом современная система образования должна базироваться на основе акмеологического подхода, который состоит в том, чтобы обеспечить усиление мотивации, стимулирование творческого потенциала, выявление и плодотворное использование личностных ресурсов для достижения успеха в профессиональной деятельности.

Данная проблематика наиболее актуальна в рамках инженерно-педагогического образования – специфической отрасли педагогического образования, непосредственно ориентированной на подготовку педагогов для профессиональной школы, поскольку именно они будут готовить кадры для сфер образования и производства, которым и предстоит обеспечивать их инновационное развитие.

Базовые и специализированные компетенции будущего инженера-педагога являются сложной интегральной характеристикой. Они рассматривают степень развития личности, отражая синтез знаний, умений и способностей, совокупность ценностных ориентаций, мотивов и потребностей профессионального развития студента.

Следует отметить, что формирование компетенций осуществляется в процессе решения практических и исследовательских задач, максимально приближенных к их профессиональной деятельности.

В связи с этим в учебно-методических комплексах нового поколения существенные изменения должны претерпеть содержание учебных дисциплин, методы и средства их освоения. При этом основным средством формирования компетентностей выступают компетентностно-ориентированные задания, которые определяются как интегративные дидактические единицы, включающие в себя содержание, технологию и мониторинг качества подготовки обучающихся [1].

Данные задания организуют учебно-познавательную, исследовательскую, проектную деятельности студента, позволяют проводить анализ и поиск ее решения в реальных или специально созданных педагогических ситуациях, близких к профессиональным процессам. В основе проектной технологии лежит развитие познавательных, творческих, аналитических способностей обучаемых, умений самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве и др.

Рассмотрим организацию самостоятельной проектной деятельности студентов при реализации компетентностно-ориентированных заданий, связанных с применением статистических методов обработки данных исследований при выполнении лабораторного практикума в рамках дисциплины «Эксплуатация и ремонт оборудования», где формируется и развивается компетенция СК-5.1. Владеть специальными знаниями по эксплуатации и ремонту оборудования и использовать их в процессе управления работоспособностью строительной техники.

Целью работы является освоить методику обработки статистических данных завершённых испытаний объекта на надёжность и определить основные показатели безотказности неремонтируемого объекта, наработки на отказ которого получены в реальных эксплуатационных условиях. Это позволяет на научной основе прогнозировать ресурс конструктивных элементов машин. Следует отметить, что основной проблемой применения положений теории надёжности на практике является нахождение характеристик законов распределения показателей свойств надёжности изучаемых объектов.

Числовые характеристики и вид законов распределений показателей свойств надёжности объектов определяются путем сбора, анализа и соответствующей статистической обработки информации об эксплуатации подконтрольных объектов или специальными испытаниями.

Рассматриваемая методика используется при статистической обработке для других исходных данных, связанных с анализом показателей надёжности изучаемых деталей и узлов машин.

Разработанные компетентностно-ориентированные задания позволяют осуществлять статистическую обработку данных, производить аналитические действия со случайными величинами и их характеристиками; оперировать с наиболее применимыми в практике статистических исследований законами распределений; интерпретировать аналитические результаты в терминах качественного поведения случайных величин, статистических критериев и оценок; рассчитывать численные значения теоретически обоснованных процедур, в том числе уметь дать статистические оценки при заданных выборочных значениях; выявлять профессионально значимые проблемы для проведения исследования.

Для диагностики формирования профессиональных компетенций и оценки индивидуальных образовательных достижений будущих специалистов используются тестирование и экспертное оценивание с применением различных дидактических оценочных средств, которые постоянно совершенствуются с целью получения достоверной информации о качестве их подготовки.

Эффективное использование тестирования и экспертного оценивания возможно только при автоматизации процедур, обеспечивающих возможность накопления и многократного использования информации в автоматизированных системах.

Одной из наиболее прогрессивных технологий диагностирования профессиональных компетенций является взвешенное суммирование оценок при формировании показателя успешности учебной деятельности учащихся, что явилось основой для разработки и внедрения в учебный процесс модульно-

рейтинговой системы оценки знаний. Главным преимуществом данной системы является возможность объединения различных технологий оценки учебной деятельности в единый комплекс диагностических мероприятий, направленных на получение объективных данных о качестве результатов образования. На завершающем этапе проводится контрольное тестирование с использованием программного комплекса «CVR_MSPU», который позволяет автоматизировать данный процесс с использованием модульно-рейтинговой технологии [2].

Автоматизированная обработка результатов оценивания дает возможность комплектовать портфолио на каждого студента по результатам систематического контроля, в целом освободить преподавателей от рутинной работы по оцениванию, направив их усилия на конструирование образовательного процесса, разработку методик организации самостоятельной работы и создание современных оценочных средств.

Следовательно, реализация компетентностно-ориентированных заданий позволяет создать условия для развития внутренней мотивации студентов и обеспечить формирование у обучающихся системных знаний, умений, навыков и опыта самостоятельной практической деятельности, что является основой для получения устойчивых профессиональных компетенций.

Список использованных источников

1. Компетентностно-ориентированные задания в системе высшего образования / А.А. Шехонин [и др.]. – СПб. : НИУ ИТМО, 2014. – 99 с.

2. Сафанков, Е.И. Диагностика профессиональных компетенций с использованием модульно-рейтинговой технологии при подготовке педагога-инженера / Е.И. Сафанков, А.И. Гридешко // Проблемы и перспективы технологического образования в России и за рубежом ("Problems and prospects of technological education in Russia and abroad") : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., г. Ишим, 9–10 апреля 2020 г. / отв. ред. Л.В. Козуб. – Ишим, 2020. – С. 134–136.

УДК 37.091.3

О.С. Гулевич

УО «Гомельский государственный автомеханический колледж»

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПЛАКАТ «МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ» КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ И ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ ПРОФКОМПОНЕНТА

В данной статье рассмотрены структура и содержание интерактивного плаката «Механические передачи», созданного для учащихся, обучающихся по специальностям технического профиля, с целью внедрения в образовательный процесс электронных образовательных ресурсов, которые позволяют повышать эффективность обучения за счет введения элементов интерактивности и мультимедиа, обеспечивают высокий уровень наглядности учебного процесса, эффективное формирование умений и навыков учащихся, а также развитие внимания, воспитание дисциплины и самостоятельности, что мотивирует интерес к изучению предмета.

Ключевые слова: интерактивность, наглядность, обучение, интерес, электронный образовательный ресурс, механические передачи.

Введение. Современные педагогические методы обучения уже трудно представить без информационных технологий, которые позволяют использовать текст, графику, аудио, видео, мультипликацию в режиме диалога. Указанные возможности существенно расширяют область применения компьютерной техники в учебном процессе [1]. Визуальное и звуковое сопровождение помогают активизировать образное мышление учащихся, что способствует более целостному восприятию изучаемого материала и повышению качества образования. Одним из популярных средств, применяемых в образовательном процессе, является интерактивный плакат.

Интерактивные плакаты являются отличным помощником как преподавателю в процессе проведения учебного занятия, так и учащимся в процессе самообучения. Необходимо отметить, что такая форма подачи материала вызывает у учащихся повышенный интерес, развивает внимание, память, повышается мотивация к изучению предмета. Огромным плюсом является то, что при выполнении домашнего задания учащийся может еще раз повторить весь материал занятия, перейдя по ссылке, которую преподаватель может разместить, например, в своем блоге.

Основная часть. Интерактивный плакат «Механические передачи» по предметам «Техническая механика» и «Основы технической механики» создан в онлайн-сервисе Genially и доступен по ссылке <https://view.genial.ly/63cde2955107c200120a2036/interactive-image-copy-interactive-image> или с помощью QR-кода, указанного на рисунке 1.



Рисунок 1 – QR-код для доступа к интерактивному плакату «Механические передачи»

При создании интерактивного плаката были учтены требования к методическому обеспечению образовательного процесса: доступность, целостность, информационная насыщенность, функциональность и продуктивность, а также к интерактивным меткам были прикреплены ссылки на текстовую информацию, видео, иллюстрации и встраиваемые объекты.

Плакат является многоуровневым, соответственно, содержит большой объем материала.

Плакат первого уровня представляет собой меню, с помощью которого мы получаем доступ к соответствующим компонентам (рисунок 2).



Рисунок 2 – Основное меню интерактивного плаката «Механические передачи»

На нем размещается тема плаката, опорные понятия и средства контроля для проверки и закрепления знаний учащихся по изученной теме (рисунок 3) (решить задачу, пройти тест, созданный в онлайн-сервисе onlinetestpad.com, в игровой форме с помощью интерактивного упражнения, созданного в онлайн-сервисе LearningApps.org; квеста, разработанного в онлайн-сервисе joyteka.com).

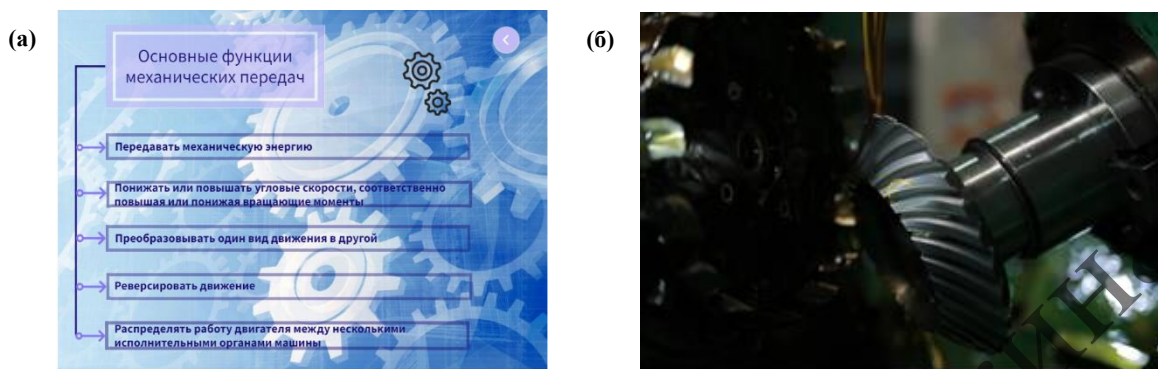
Плакат имеет активную область «Основные характеристики передач», реагирующую на наведение курсора мыши.



(а) – задачи и тестовые задания; (б) – интерактивные упражнения
Рисунок 3 – Средства контроля. Интерактивный плакат «Механические передачи»

Связь между плакатом первого уровня и компонентами осуществляется с помощью гиперссылок. Внутри одного слайда связи между объектами осуществляются с помощью триггеров.

Плакат второго уровня «Основные функции механических передач» состоит из текста и видео, которое открывается при нажатии на интерактивную иконку (рисунок 4). Имеются эффекты входа, объекты (передавать механическую энергию, преобразовывать один вид движения в другой т. д.) постепенно «вылетают» на экран. Слева и справа на странице расположены кнопки основной навигации для перехода по уровням плаката, а также имеется кнопка «Выход», позволяющая вернуться на главную страницу.



(а) – текстовая информация; (б) – видео

Рисунок 4 – Второй уровень «Основные функции механических передач» интерактивного плаката «Механические передачи»

Третий и четвертый уровни «Классификация механических передач» состоят из основного учебного материала по изучаемой теме: теоретический материал, иллюстрации (рисунок 5). Дополнительная наглядность представлена в виде разворачивающихся блоков, анимированных вставок (рисунок 6). Слева и справа на странице расположены кнопки основной навигации для перехода по уровням плаката, а также имеется кнопка «Выход», позволяющая вернуться на главный уровень.



(а) – третий уровень; (б) – разворачивающиеся блоки

Рисунок 5 – Третий уровень «Классификация механических передач» интерактивного плаката «Механические передачи»



(а) – четвертый уровень; (б) – анимированные вставки

Рисунок 6 – Четвертый уровень «Классификация механических передач» интерактивного плаката «Механические передачи»

Плакат можно дополнять новой актуальной информацией. При необходимости преподаватель может изменять, дополнять как тексты, упражнения, так и интерактивные материалы.

Заключение. Сегодня у преподавателей есть уникальная возможность создавать авторские электронные образовательные ресурсы, соответствующие требованиям образовательного стандарта. Их внедрение в образовательный процесс обеспечивает повышение его качества и позволяет максимально вовлечь учащегося в процесс обучения.

Используя интерактивный плакат «Механические передачи» на учебных занятиях, преподаватель повышает познавательную активность учащихся, эффективность восприятия ими изучаемого материала и качество усвоения материала за счет введения элементов интерактивности и мультимедиа, мотивирует к изучению предмета.

Плакат «Механические передачи» используется не только на учебных занятиях при изучении нового материала или повторении пройденного, но и был представлен для участия в конкурсах и семинарах, о чем свидетельствуют следующие результаты:

- Диплом 3-й степени в областном конкурсе «Компьютер. Образование. Интернет 2023» в номинации «Интерактивный плакат», 2023 г.;
- участие в областном этапе VII республиканского смотра «Информационные технологии в профессиональном образовании» 2023/2024 учебный год;
- участие (докладчик) в заседании республиканского учебно-методического объединения в сфере профессионально-технического образования по специальностям в области механики и металлообработки, приборостроения по теме «Цифровые инструменты и сервисы в профессиональной деятельности педагога»: Механические передачи: Интерактивный плакат, 2024 г.;
- участие (докладчик) в педагогической конференции между учреждением образования «Гомельский государственный автомеханический колледж» и Областным государственным бюджетным профессиональным образовательным учреждением «Сараевский многофункциональный колледж» Российской Федерации по теме «Инновации в образовательном процессе»: Механические передачи: Интерактивный плакат, 2025 г.

Список использованных источников

1. Беляева, О.А. Образовательные технологии : учеб.-метод. пособие / О.А. Беляева, Т.А. Бобрович. – Минск : РИПО, 2020. – 182 с.

УДК 378.147

Т.В. Карпинская

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ: РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

В статье рассматривается роль современных дидактических подходов, основанных на цифровых технологиях и педагогическом менеджменте, в модернизации информационно-методического обеспечения учебной деятельности студентов

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровые образовательные ресурсы, модернизация информационно-методического обеспечения, самостоятельная учебная деятельность, педагогический менеджмент.

Введение. Настоящее время характерно стремительными изменениями в образовательной сфере, многие из которых обусловлены внедрением цифровых технологий в учебный процесс. Одной из центральных идей, лежащих в основе этого процесса, является необходимость обеспечения самостоятельной учебной деятельности студентов. Эта деятельность требует качественно новых подходов в организации процесса обучения, что в свою очередь влияет на выбор источников информации и методы их использования.

Цифровые технологии показывают свои преимущества в образовательной сфере, не только облегчая доступ студентов к информации, но и создавая новые формы взаимодействия между преподавателем и обучающимся. Так, использование интернет-ресурсов и мультимедийных компонентов в обучении позволяет упростить доступ к информации, повысить скорость ее получения, облегчить связь между субъектами образовательного процесса, улучшить визуализацию обучения, повысить его прикладную направленность.

Согласно исследованию, проведенному в 2023–2024 годах, более 76 % студентов предпочитают использовать электронные источники информации по сравнению с традиционными печатными изданиями. Это объясняется высокой скоростью доступа к актуальной информации, что особенно важно в условиях

быстро меняющегося мира. Студенты могут исследовать различные темы, находить видеоуроки, статьи и другие ресурсы в любое время суток, что значительно увеличивает их эффективность в учебном процессе.

Цифровые образовательные ресурсы позволяют диверсифицировать процесс обучения [1; 2], сочетая текст, графику, аудио и видео. Это создает более интересную и интерактивную среду для обучения, что в свою очередь способствует повышению мотивации студентов. Исследования показывают, что студенты лучше усваивают материал, если он представлен в различных форматах. Так, цифровые образовательные ресурсы усиливают визуальное восприятие и помогают лучше запоминать информацию.

Цифровые технологии позволяют легко настроить процесс обучения под индивидуальные потребности студентов. Современные платформы предлагают адаптивные учебные модули, которые помогают студентам углублять свои знания в соответствии с их первоначальным уровнем и темпом освоения материала. Это не только создаёт возможность более эффективной самостоятельной учёбы, но и способствует формированию аналитического мышления.

Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс невозможно без грамотного педагогического менеджмента. Этот метод управления направлен на оптимизацию всех процесса обучения, включая контроль за источниками информации, организацию работы преподавателей и обратной связи со студентами. Педагогический менеджмент предполагает создание стратегии по использованию и управлению учебным контентом. Это означает, что преподаватели должны выбирать актуальные и качественные электронные ресурсы, которые могут быть интегрированы в учебный процесс. Подбор информационных источников, соответствующих современным требованиям, становится более актуальным, чем когда-либо. Это включает в себя как классические ресурсы, так и различные мультимедийные форматы.

Для успешной реализации педагогического менеджмента важна регулярная оценка эффективности использованных методов и источников информации. На основании полученных данных можно изменять подходы, улучшать взаимодействие со студентами, а также развивать новые образовательные стратегии. Оценка включает в себя анализ обратной связи от студентов и преподавателей, что позволяет своевременно вносить коррективы и адаптировать учебный процесс. Лучший результат в учебной деятельности студентов достигается в процессе активного участия и поддержки со стороны преподавателей. Внедрение цифровых технологий позволяет преподавателям поддерживать студентов, предоставляя онлайн-ресурсы, дополнительные материалы и обеспечивая доступ к форумам для обсуждения учебных тем. Это создает атмосферу сотрудничества, где студенты чувствуют себя вовлеченными и мотивированными.

С появлением цифровых технологий учебные материалы претерпели значительные изменения. Мы наблюдаем переход от печатных изданий к электронным, а мультимедийные пособия стали играть все более важную роль в образовательном процессе. Мультимедийные учебные пособия представляют собой мощный инструмент для самообразования. Они позволяют интегрировать различные форматы и подходы к обучению, что делает процесс более динамичным. Мультимедийные элементы, такие как видео, анимации и интерактивные задания, помогают студентам лучше осваивать материал. Электронные учебные пособия легко доступны в любое время и в любом месте. Студенты могут использовать их на различных устройствах, будь то компьютер, планшет или смартфон. Это открыло новые возможности для обучения, позволяя студентам организовывать своё время наиболее эффективно. Мультимедийные учебные пособия могут содержать гиперссылки на дополнительные ресурсы, что способствует углубленному изучению тематики. Это не только экономит время, но и позволяет быстро находить нужную информацию, делать заметки и возвращаться к важным моментам уже после завершения изучения.

Современная дидактическая организация в образовании, основанная на цифровых технологиях и педагогическом менеджменте, становится необходимым условием для эффективной самостоятельной учебной деятельности студентов. Использование мультимедийных учебных пособий и электронных источников информации отвечает актуальным требованиям образовательного процесса и открывает новые горизонты возможностей для студентов. Как показали результаты исследований, переход к активному использованию цифровых образовательных ресурсов не только способствует повышению доступности образования, но и повышает качество усвоения знаний. Следовательно, будущее образовательной среды неразрывно связано с инновациями, призванными сделать обучение более интерактивным и интересным.

Список использованных источников:

1. Воронин, А.С. Словарь терминов по общей и социальной педагогике [Электронный ресурс]. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – URL: https://social_pedagogy.academic.ru/139/ (дата обращения: 16.12.2024).

2. Перевозный, А.В. Диверсификация как путь совершенствования высшего педагогического образования на современном этапе. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/324302/1/350-354.pdf>. – Дата доступа: 17.12.2024.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАТИВНОЙ МОДЕЛИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В статье рассматриваются вопросы применения интегративной модели обучения в образовательных организациях высшего и среднего профессионального образования для расширения трудовых функций преподавателя высшего и среднего профессионального образования.

Ключевые слова: интегративная модель, качество образования, рынок труда, профессиональные компетенции, бакалавриат, педагогические кадры.

Введение. Вопросы интеграции в производстве занимают достаточно большое место во всех отраслях экономики, не является исключением и образовательная отрасль. Однако именно в образовании вопросы интеграции связаны со следующими проблемами:

- низкое взаимодействие между рынком труда педагогических работников;
- недостаточность системных коммуникаций между сферой образования на всех уровнях и реальным сектором экономики;
- отсутствие мер системной поддержки студентов, обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования и их возможность получить высшее образование с сокращенными сроками подготовки.

Значительный вклад в решении этого вопроса внес пилотный проект подготовки бакалавров профессионального обучения в сроки, отличающиеся от сроков, обозначенных в образовательном стандарте. Принятое решение касается направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) профиль, «Педагог профессионального образования», в данном пилотном проекте принимают многие педагогические вузы Российской Федерации, в том числе и наш вуз – Ульяновский государственный педагогический университет. Список педагогических вузов, участвующих в пилотном проекте:

1. ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально педагогический университет» (Свердловская область).
2. ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» (Красноярский край).
3. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова» (Ульяновская область).
4. ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого» (Тульская область).
5. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина» (Нижегородская область).
6. ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет» (Краснодарский край).
7. ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет» (Пермский край).
8. ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет» (Томская область).
9. ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена» (город Санкт-Петербург).
10. ФГБОУ ВО «Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет» (Хабаровский край).
11. БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный педагогический университет».

Почему этот проект интересен? В первую очередь потому, что участие в нем дает возможность решить кадровые вопросы быстрее, ненамного, но все же и имеется опыт тесного взаимодействия всех участников образовательного процесса, прежде всего образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования.

Основные отличия поступающих в вуз абитуриентов из общеобразовательных школ и образовательных организаций системы среднего профессионального образования (СПО) – различие в отсутствии практической подготовки, в частности, отсутствие рабочей профессии, что, с одной стороны, расширяет возможности трудоустройства обучающихся и выпускников СПО и ВО. В этой связи, в 2021–2022 гг. во время выполнения государственного задания на тему «Разработка структурных модулей по практической подготовке обучающихся» была разработана, внедрена в образовательный процесс интегративная модель подготовки кадров (рисунок 1).



Рисунок 1 – Интегративная модель профессиональной подготовки обучающихся [1]

Согласно проставленной модели при подготовке бакалавров профессионального обучения каждый участник, имеющий свой функционал, вносит вклад в решение вопросов, связанных с повышением эффективности образовательного процесса модели, например:

Работодатель – образовательная организация системы СПО как субъект производства образовательных услуг и работодатель выпускников образовательной организации системы высшего образования (ОО ВО) в лице структурных подразделений:

- администрации;
- учебного отдела;
- учебно-производственного отдела.

Они выполняют следующую работу:

во-первых, анализируют и проверяют рабочие программы дисциплин (теоретических занятий), входящих в состав модулей (предметно- содержательного и предметно- деятельностного);

во-вторых, анализируют и проверяют рабочие программы дисциплин (практических занятий), входящих в состав модулей (предметно-содержательного и предметно-деятельностного) и рабочих программ производственных практик.

Представленная интегративная модель объединяет участников образовательных отношений, и образовательный процесс представляет собой сотрудничество как интегральный процесс, где положительным эффектом становится общая цель и формы ее достижения при позитивных отношениях между участниками – ОО ВО и СПО, Министерством просвещения и воспитания Ульяновской области, Агентством по развитию человеческого потенциала и трудовых ресурсов Ульяновской области (региональный уровень) и Министерством просвещения РФ.

Поставленная цель – повышение качества подготовки обучающихся – предполагает наряду с профессиональными компетенциями преподавателя ВО и СПО дать компетенции по рабочей профессии высшим образованием (рисунки 2, 3).

К настоящему времени реализуются уже 3 профессии:

- слесарь по ремонту автомобилей;
- повар;
- исполнитель художественно-оформительских работ.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются ОО СПО и ВО:

1. Повышение трудоемкости работ при совмещении учебных планов и графиков учебного процесса СПО и ВО.
2. Незаинтересованность образовательных организаций в создании таких взаимодействий.
3. Сложность перевода на новый учебный план какого-то одного профиля из-за поточного подхода (объединение нескольких профилей в один поток).
4. Низкая мотивация работников образовательных организаций в реализации совместных программ (эффективный контракт не покрывает затраченные ресурсы).
5. Недостаточная мотивация абитуриентов поступать на направление подготовки в очном формате (недостаточно свободного времени для трудоустройства).

6. Нежелание выпускников работать в СПО (ожидание молодых специалистов не соответствует уровню заработных плат).

Профессиональные компетенции для выполнения трудовых функций преподавателя СПО и ВО в рамках практико-ориентированного подхода в программе подготовки 44.03.04 профиля «Сервис и эксплуатация автомобильного транспорта»	
Задача профессиональной деятельности	Профессиональные компетенции (ПК)
Организация учебной и (или) учебно-производственной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин, профессиональных модулей программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП; Организация совместной и индивидуальной воспитательной деятельности обучающихся по программам профессионального обучения, СПО и (или) ДПП, в том числе с особыми образовательными потребностями; Педагогический контроль и оценка сформированности образовательных результатов в процессе освоения учебных предметов, курсов, дисциплин, профессиональных модулей программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.	Тип задач профессиональной деятельности: педагогический ПК-1 Способен реализовывать программы профессионального обучения, СПО и(или) ДПП по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам ПК-2 Способен разрабатывать, обновлять, программное и учебно-методическое обеспечение учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик и планировать занятия ПК-3 Способен решать задачи воспитания, развития и мотивации обучающихся в учебной, учебно-профессиональной, проектной, научной и иной деятельности по программам СПО и(или) ДПП ПК-4 Способен использовать педагогически обоснованные формы, методы и средства контроля в процессе промежуточной и итоговой аттестации ПК-5 Способен осуществлять педагогическое сопровождение профессионального самоопределения, профессионального развития и профессиональной адаптации обучающихся ПК-6 Способен модернизировать и использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, учебно-профессиональных результатов обучения и обеспечения качества образовательного процесса ПК-7 Способен использовать современные профессионально-педагогические технологии, формы, средства и методы профессионального обучения и диагностики в процессе организации изучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик ПК-8 Способен выполнять деятельность (или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики ПК-9 Способен осуществлять процессы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта ПК-10 Способен проектировать процессы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта ПК-11 Способен проектировать и организовывать деятельность предприятий/техно-оскит сервиса автомобильного транспорта ПК-12 Способен проводить анализ устройства и работы агрегатов, механизмов и узлов современных транспортных, технологических машин и оборудования ПК-13 Способен планировать и выполнять профориентационную деятельность образовательной организации

Рисунок 2 – Профессиональные компетенции преподавателя ВО и СПО (включая компетенции по рабочей профессии) – слесарь по ремонту автомобилей [2]

Профессиональные компетенции для выполнения трудовых функций преподавателя СПО и ВО в рамках практико-ориентированного подхода в программе подготовки 44.03.04 профиля «Технология и организация ресторанного сервиса»	
Задача профессиональной деятельности	Профессиональные компетенции (ПК)
Организация учебной и (или) учебно-производственной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин, профессиональных модулей программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП; Организация совместной и индивидуальной воспитательной деятельности обучающихся по программам профессионального обучения, СПО и (или) ДПП, в том числе с особыми образовательными потребностями; Педагогический контроль и оценка сформированности образовательных результатов в процессе освоения учебных предметов, курсов, дисциплин, профессиональных модулей программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП; Разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин, профессиональных модулей программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.	Тип задач профессиональной деятельности: педагогический ПК-1 Способен реализовывать программы профессионального обучения, СПО и(или) ДПП по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам ПК-2 Способен разрабатывать, обновлять, программное и учебно-методическое обеспечение учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик и планировать занятия ПК-3 Способен решать задачи воспитания, развития и мотивации обучающихся в учебной, учебно-профессиональной, проектной, научной и иной деятельности по программам СПО и(или) ДПП ПК-4 Способен использовать педагогически обоснованные формы, методы и средства контроля в процессе промежуточной и итоговой аттестации ПК-5 Способен осуществлять педагогическое сопровождение профессионального самоопределения, профессионального развития и профессиональной адаптации обучающихся ПК-6 Способен модернизировать и использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, учебно-профессиональных результатов обучения и обеспечения качества образовательного процесса ПК-7 Способен использовать современные профессионально-педагогические технологии, формы, средства и методы профессионального обучения и диагностики в процессе организации изучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик ПК-8 Способен выполнять деятельность (или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики ПК-9 Способен осуществлять процессы приготовления блюд, напитков и кондитерских изделий ПК-10 Способен проектировать процессы приготовления блюд, напитков и кондитерских изделий ПК-11 Способен планировать и организовывать деятельность кухни, основного производства организации питания ПК-12 Способен осуществлять контроль и оценку эффективности процессов на кухне, основном производстве организации питания ПК-13 Способен планировать и выполнять профориентационную деятельность образовательной организации

Рисунок 3 – Профессиональные компетенции преподавателя ВО и СПО (включая компетенции по рабочей профессии) – повар [2]

Однако представленные проблемы можно и нужно решать с использованием следующих приемов: во-первых, трудоемкость повышается, особенно на первых этапах работы во-вторых, при поступлении абитуриентов на очное обучение использовать:

- индивидуальный график работы (по типу «уникального торгового предложения» – УТП), связанного с представлением индивидуального графика обучения;
- вводить элементы экстерната;
в-третьих, включить в эффективный контракт руководителей и преподавателей образовательных организаций п. «Участие в реализации совместных программ (сетевых программ) по подготовке педагогических кадров».

При использовании интегративной модели в основу анализа качества можно заложить условия, ресурсы и результаты образовательных процессов и соответствие учитываемых условий и результатов отраслевым нормам.

Список использованных источников

1. Короткова, М.В. Разработка и реализация интегративной модели практической подготовки бакалавров 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» в дуальной системе подготовки педагогов профессионального обучения: основные проблемы и пути решения / М.В. Короткова // Перспективы науки. – 2022. – № 10 (157). – С. 261–264.

2. Короткова, М.В. Практическая подготовка обучающихся направления подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» во взаимодействии с работодателем / М.В. Короткова // Глобальный научный потенциал. – 2022. – № 10 (139). – С. 172–177.

УДК 371.26

М.Л. Лешкевич

Мозырский государственный педагогический университет имени П.П. Шамякина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ «КРАБ-2» ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ

В данной статье рассматриваются возможности и технические параметры одной из многочисленных программ тестового контроля знаний обучающихся «КРАБ-2» в процессе подготовки педагогов-инженеров. Специальная оперативная система контроля, позволяющая объективно оценивать знания обучающихся, выявляя имеющиеся пробелы и определяя способы их ликвидации, – одно из условий совершенствования образовательного процесса.

Ключевые слова: образовательный процесс, инструментальная программа тестового контроля «КРАБ-2», тестовые задания.

Введение. Одним из методов увеличения числа критериев, позволяющих более четко оценить достижения обучающегося, является тестовый контроль знаний. Тестовый контроль представляет собой систему заданий, выполнение которых позволяет проверить уровень владения тем или иным предметом с помощью специально разработанной системы оценки [1]. Эта форма контроля знаний позволяет быстро, объективно и, что немаловажно, не предвзято определить уровень усвоения обучающимися пройденного материала.

Основная часть. Сегодня разработчики предлагают разнообразные компьютерные инструменты для подготовки тестовых заданий, начиная от различных редакторов и программ для разработки презентаций и до использования языков программирования и возможностей сети Интернет. Рассмотрим возможности и основные технические параметры инструментальной тестирующей программы «КРАБ-2» на примере подготовки студентов по специальности 6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность».

Тестовое задание в программе «КРАБ-2» представляет собой файл вопросов и варианты ответов на них, предлагаемые тестируемому для определения уровня усвоения учебной информации. Максимальное количество вопросов может быть 255. Каждый вопрос оценивается в определенное количество баллов. Результат тестового задания зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

Для создания тестового задания необходимо выбрать пункт меню «Файл» и нажать кнопку с изображением чистого листа. В появившемся диалоге выбрать строку «Тест» и нажать кнопку «ОК». В окне появится редактор тестового задания (рисунок 1).

Если вопрос предполагает один вариант ответа, то тестируемый может выбрать только один из предлагаемых вариантов ответа. Если вопрос содержит несколько правильных вариантов ответа, то тестируемый должен выбрать все правильные варианты. Текстовое поле вопроса и вариантов ответа поддерживает форматирование текста, вставку рисунков, таблиц, формул и т. д.

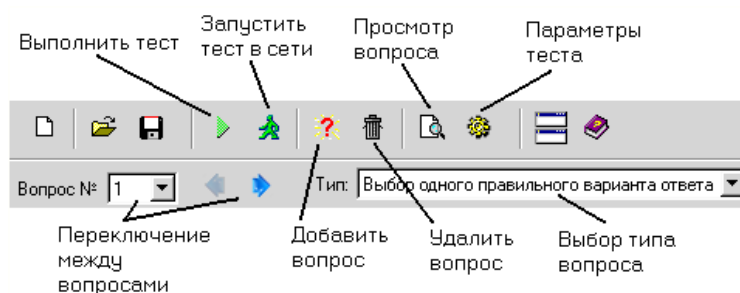


Рисунок 1 – Создание тестового задания

Все функции редактирования тестового задания доступны в меню «Тест». Пункт меню «Добавить вопрос» добавляет в тестовое задание новый вопрос. Пункт меню «Удалить вопрос» удаляет текущий вопрос. Переключаться между вопросами можно с помощью всплывающего списка «Вопрос №». Пункт меню «Просмотр вопроса» открывает окно просмотра вопроса, в котором можно увидеть вопрос во время выполнения тестового задания.

Параметры тестового задания в тестирующей программе «КРАБ-2» (количество вопросов, ограничение времени на весь тест или на один вопрос, сортировка вопросов и ответов, повторение тестового задания, статистика, навигация вопросов, максимальная оценка, показ результата ответа на вопрос, расчет результата, шрифт и цвет фона в тестовом задании, отражение соответствующих горячих клавиш и т. д.) устанавливаются, исходя из требований, предъявляемых к контролю знаний студентов (рисунок 2).

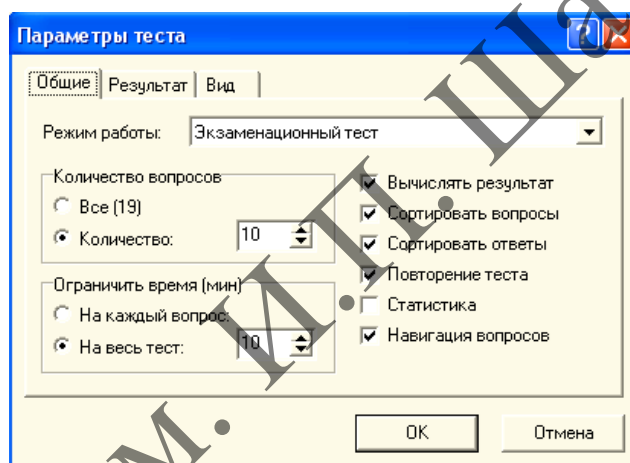


Рисунок 2 – Установка общих параметров тестового задания

Для вычисления оценки знаний студентов в пункте меню «Тип результата» необходимо выбрать «Показать вычисление», затем в ячейке «Максимальная оценка» указать число максимальной оценки. Например, для пятибалльной шкалы – это число 5, для десятибалльной – 10 (рисунок 3).

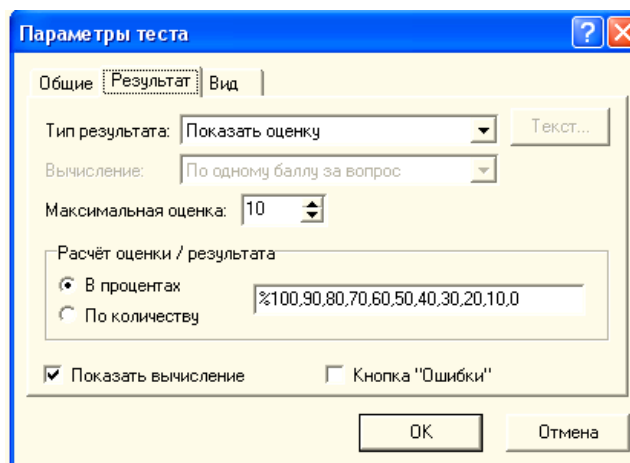


Рисунок 3 – Установка результата в тестовом задании

При разработке тестовых заданий для контроля знаний студентов в процессе текущей или промежуточной аттестации необходимо учитывать следующие требования к формированию ответов [2]:

- ответы логически увязаны с поставленными вопросами;
- верные ответы среди всех предлагаемых ответов размещаются в произвольном порядке;
- ответы не являются контрастными по форме, содержанию и объему;
- ответы доступны, занимают мало времени на их прочтение и в большинстве своем представлены в повествовательной форме;
- ответы на одни вопросы не должны пояснять ответы других вопросов, а наличие ключевых слов в вопросе и ответе предложенного задания не гарантирует правильность данного ответа.

Для мониторинга динамики формирования знаний студентов по конкретной теме учебной дисциплины предусмотрен электронный журнал, представляющий собой таблицу, в которой в левом вертикальном столбце зафиксирован список студентов.

Для создания журнала необходимо выбрать пункт меню «Файл» и «Создать...» или нажать кнопку с изображением чистого листа. В появившемся диалоговом окне выбрать строку «Журнал» и нажать кнопку «ОК». Появится таблица пустого журнала (рисунок 4).

Ячейка «Даты» хранит в себе время, дату и тему проведенного занятия. Вся внутренняя часть таблицы предназначена для занесения оценок, которые получили обучающиеся. Журнал по желанию может содержать несколько подгрупп студентов.

Вся внутренняя часть таблицы предназначена для занесения отметок. Например, студент Иванов за 2.09 получил отметку «3», Петров за 14.09 получил отметку «4», Сидоров за 1.09 – отметку «5». Ячейка «Дата» хранит в себе время, дату и тему (комментарий) проведенного занятия. Журнал может содержать несколько подгрупп обучающихся, каждая из которых имеет свою таблицу.

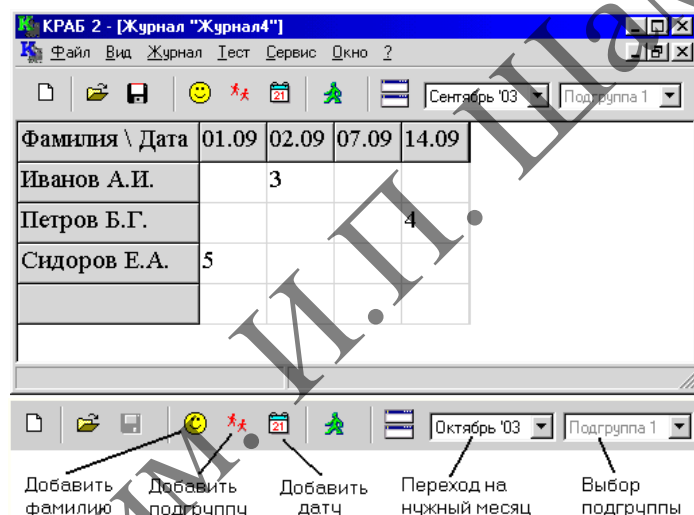


Рисунок 4 – Электронный журнал

Все функции редактирования журнала доступны в меню «Журнал» и контекстном меню таблицы журнала. Пункты «Добавить фамилию» и «Добавить дату» вызывают диалоговое окно для ввода соответственно фамилии и даты. Добавить фамилию можно также нажатием на пустую ячейку в столбце фамилий или клавишей Ctrl+Ins, а дату клавишей Ins. Пункт контекстного меню «Удалить» доступен только для ячейки с фамилией или датой. Изменить фамилию или отредактировать поля даты можно нажатием левой кнопки мыши на нужной ячейке. Пункт «Свойства» выводит диалоговое окно для просмотра или редактирования дополнительной информации (кто создал журнал, комментарии).

Для занесения в журнал отметки необходимо выбрать нужную ячейку и ввести число (например, от «1» до «10» для десятибалльной системы отметок). Журнал может содержать до 1000 столбцов дат. Всплывающий список «Даты» позволяет быстро перейти к первой дате выбранного месяца. Для запуска теста с журналом необходимо выбрать пункт меню «Тест» и «Провести...». В появившемся окне «Запуск теста» указать имя файла теста, имя файла журнала, компьютеры для запуска, установить флажок «Оценки в журнал». Нажать кнопку «Начать». После этого на выбранных компьютерах запустится программа KRABTEST.EXE, предложит обучающимся выбрать в списке свою фамилию (из журнала) и загрузит указанный тест. После завершения тестового задания отметки запишутся в журнал в столбец текущей даты.

Представленная тестирующая программа «КРАБ-2» может быть реализована на любых типах компьютеров со следующим минимальным программным обеспечением:

- Microsoft Internet Explorer, версия 6.0 и выше (могут использоваться и другие браузеры, например «Opera»);

- Microsoft Office Word 2003 и выше;
- Microsoft Office PowerPoint 2003 и выше;
- Windows Media или Media Player Classic;
- инструментальная программа тестового контроля «КРАБ-2».

С помощью кнопок «Текст» или «График» можно выбрать вид статистики: текстовые данные или диаграмма (рисунок 5).

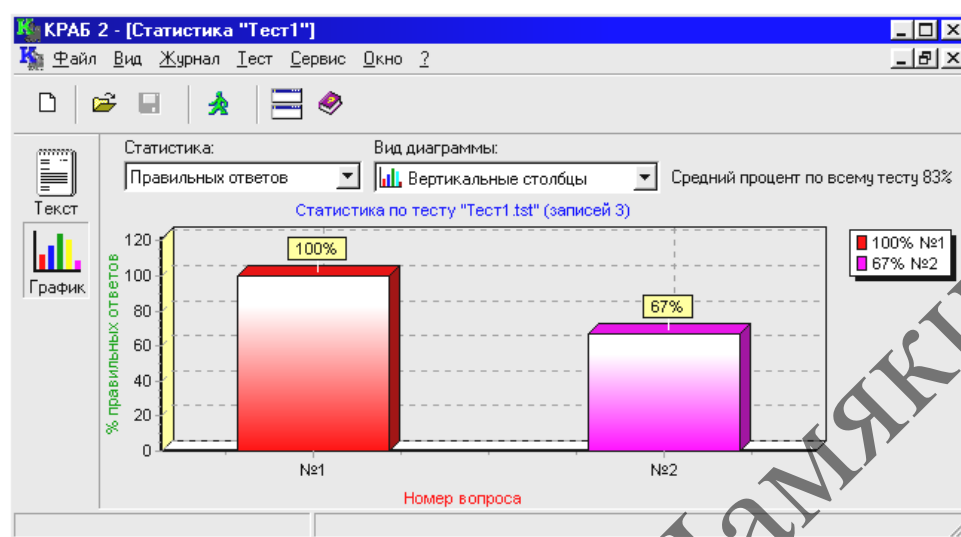


Рисунок 5 – Статистика результатов

Первый столбец со значением 100 % означает, что все три раза ответы на первый вопрос были правильными. Второй столбец со значением 67 % констатирует процентное отношение правильных ответов на второй вопрос тестового задания к общему количеству ответов (2 из 3). Строка «Средний процент по всему тесту» позволяет вычислить процентное отношение ответов на тестовое задание в полном объеме: $(100 \% + 67 \%) / 2 = 83 \%$.

Заключение. Исследование позволило сделать следующий вывод: использование тестирующей программы «КРАБ-2» при подготовке педагогов-инженеров позволяет заметно повысить объективность и точность оценивания результатов образовательного процесса. Кроме того, тестовый контроль может использоваться студентами и в ходе самостоятельной работы для самоконтроля качества усвоения учебного материала, что является эффективным средством для подготовки к экзамену или зачету.

Список использованных источников

1. Шуман, Е.А. Тестирование как форма контроля знаний в процессе обучения / Е.А. Шуман. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 12 (407). – С. 183–186. – URL: <https://moluch.ru/archive/407/89633/> (дата обращения: 03.05.2025).
2. Лешкевич, М.И. Цифровой образовательный ресурс по дисциплине «Художественная обработка древесины» / М.И. Лешкевич // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XVI Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 29 марта 2024 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол.: И.Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2024. – С. 161–163.

УДК 37.034 УДК 378

С.А. Лукашевич, А.Н. Купо, Н.В. Лукашевич

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ГАЗАХ

Рассмотрение электрического тока в газах является одной из интересных тем, т. к. здесь приходится изучать теорию самостоятельного и несамостоятельного разрядов в газе. Особый интерес представляет изучение коронного разряда, который возникает в газовом промежутке, имеющем малое напряжение и в случае сильно неоднородного поля.

Ключевые слова: электрический ток, коронный разряд, газ, фотоионизация, амплитуда напряжения.

Введение. Интерес к исследованию коронного разряда не проходит, потому, что класс напряжения воздушных линий электропередачи постоянно повышается. В таком случае увеличивается возможность, которая может вызывать потери электрической энергии и создать радиопомехи. Но в то же время имеются широкие возможности применения коронного разряда для нужд промышленных газов от примесей, в безинерционных электроразрядных анемометрах и стабилизаторах напряжения, в счётчиках Гейгера-Мюллера. В последнее время рассматриваются возможности применения коронного разряда при создании электрогазодинамических генераторов.

Изучая учебные пособия по общей физике, мы отметили, что в них содержится только качественное описание процесса короны. Иногда при этом встречаются и неправильные утверждения. Например, ионизация газа объясняется тем, что положительные ионы движутся с быстрой скоростью и, сталкиваясь с молекулами воздуха, ионизируют их; т. е. электроны выбиваются из катода при бомбардировке его положительными зарядами.

Однако при более тщательном исследовании короны было установлено, что разряд у положительно заряженного электрода поддерживается только за счёт фотоионизации в объёме газа в узкой области близи коронирующего электрода. При отрицательном заряде на электроде вторичные электроны возникают как в результате эффекта с катода, так и в фотоионизации в объёме газа. Коронный разряд принимает лавинную или стримерную формы в зависимости от кривизны электродов, скорости нарастания напряжения и отношения амплитуды напряжения к начальному напряжению короны, а также от плотности среды [1]. При лавинной форме объемный заряд образуется в результате ударной ионизации газа вблизи электрода и перемещения ионов в поле разрядного промежутка.

Количественное описание развития лавины можно исследовать на основе теории Таунсенда [2]. Особый интерес в данном случае представляет рассмотрение вольтамперной характеристики, которая изучается с помощью системы электродов «коаксиальные цилиндры» на основе решения уравнения Пуассона.

Проходя в газе, электрический ток производит передачу импульса свободных носителей зарядов нейтральным молекулам, что приводит к возникновению сложных газодинамических явлений. В результате при коронном разряде образуется течение газовой струи, которая получила название «электрического ветра». На основе этого коронирующий электрод испытывает механическое воздействие, которое нередко объясняют как следствие попадания на электрод ионов. На самом деле попадание ионов на коронирующий электрод имеет место только в случае отрицательной короны. Одновременно положительно заряженный электрод испытывает более сильное силовое воздействие.

Таким образом, объяснение данного явления необходимо давать на основе рассмотрения взаимодействия поля электрода с возникающими вблизи него зарядами. Такой расчёт основывается на применении эмпирической формулы, которая представляет собой количественное распределение поля вблизи острия:

$$E = \frac{2(U_1 - U_2)}{(\rho + r) \ln \frac{rd}{\rho}}, \quad (1)$$

где $U_1 - U_2$ – разность потенциалов; ρ – радиус кривизны острия; d – длина разрядного промежутка; r – расстояние от острия.

Перемещаясь в электрическом поле, элементарный заряд dq совершает работу $dA = (U_1 - U_2)dq$.

С другой стороны, эта работа равна произведению силы F на элементарное перемещение: $dA = Fds$.

В таком случае $(U_1 - U_2)dq = Fds$, отсюда сила

$$F = \frac{(U_1 - U_2)dq}{ds}. \quad (2)$$

Чтобы связать напряженность электрического поля с силой, воспользуемся определением силы тока и соотношением между скоростью ионов и напряженностью, тогда получим, что сила, действующая на электрод, равна:

$$F = \frac{U_1 - U_2}{KE} J. \quad (3)$$

Поставим теперь вместо напряженности E формулу (1) и получим, что

$$F = \frac{J}{2K} (\rho + r) \ln \frac{rd}{\rho}. \quad (4)$$

Отсюда следует, что механическая сила прямо пропорциональна силе тока J и обратно пропорциональна подвижности ионов K .

Эта закономерность хорошо подтверждается на опыте при разряде с электродов неодинаковой кривизны при различных давлениях среды.

Все величины, за исключением r , входящие в формулу (4), измеряются на опыте. Наиболее интересны и демонстрации при изучении коронного разряда. В этом случае можно использовать Франклиново колесо, свечение тонких проволок, колебания натянутых проволок, задувание свечи, очистку воздуха от дыма в процессе коронного разряда.

В заключение отметим, что коронный разряд на высоковольтных линиях передачи вызывает утечки энергии. Чтобы свести действия коронного разряда до минимума, провода высоковольтных линий делают достаточно большого диаметра, с этой целью часто монтаж высоковольтной аппаратуры ведется с помощью полых труб достаточно большого диаметра.

Список использованных источников

1. Телеснин, Р.В. Курс физики. Электричество : учеб. пособие / Р.В. Телеснин, В.Ф. Яковлев. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1970. – 487 с.
2. Калашников, С.Г. Электричество / С.Г. Калашников. – 6-е изд., стереот. – М. : Физматлит, 2003. – 624 с.

УДК 378

С.А. Лукашевич, А.Н. Купо, Н.В. Лукашевич

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

ЛИЧНОСТНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ПОДХОД В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Для формирования исследовательского подхода к решению педагогических задач необходима целенаправленная работа по совершенствованию подготовки будущих педагогов. В данной работе рассматривается необходимость использования деятельностного подхода для формирования исследовательских знаний и умений в дальнейшей педагогической практике.

Ключевые слова: лично-деятельностный подход, образовательный процесс, профессиональные компетенции.

Введение. Основная задача, которая стоит перед современной высшей школой – это подготовка специалиста-профессионала, умеющего ставить и решать задачи разной степени сложности, мгновенного адаптирования в обществе, умеющего выстраивать отношения с коллегами по работе и партнёрами в сфере профессиональной деятельности, умеющего осуществлять исследовательскую деятельность в образовательном процессе обучения.

Одним из приоритетов решения задач в области организации исследовательской работы со студентами является компетентностный подход, который нацелен на то, чтобы научить студентов самостоятельно решать проблемы в незнакомых ситуациях. Переориентирование обучения на образовательные компетенции предполагает не только усвоение студентами знаний и умений физико-математического цикла наук, но и овладение совокупностью образовательных компонентов, имеющих личностно-деятельностный характер [1].

Современный образовательный процесс характеризуется динамичностью, стремительным обновлением знаний и умений в различных областях науки и производства, внедрением в учебный процесс современных инновационных технологий с применением компьютерной техники.

В век высокоразвитых компьютерных технологий современный педагог обязан быть готовым к принятию нестандартных решений, активно участвовать в инновационных процессах, чтобы развивать творческие способности, логическое мышление учащихся, а также развиваться самому, как известно, что творчество неотъемлемо от исследования. Отсюда следует, что в период обучения в университете необходимо формировать у будущих педагогов исследовательскую компетентность – готовность и способность к исследовательской деятельности. И самое главное в работе учителя-физика не бояться исследовательского физического эксперимента, решения нестандартных физических задач.

С педагогической точки зрения лично-деятельностный подход в своём личностном компоненте полагает, что в центре обучения находится сам обучающийся, а именно – его мотивы, цели, его неповторимый психологический склад, т. е. ученик, студент как личность. На основе интересов учащегося, уровня его знаний и умений преподаватель должен определить учебную цель занятия и сформировать, направить и скорректировать весь образовательный процесс в целях развития личности обучающегося.

Таким образом, цель каждого урока, учебного занятия на основе реализации личностно-деятельностного подхода будет формироваться на основе каждого конкретного учащегося и всей группы в целом.

На основе дидактических требований преподаватель-исследователь должен рассматриваться как специалист, который занимается изучением и диагностикой развития учащихся в процессе их обучения, хода и результатов своей деятельности, одновременно организуя педагогический процесс с учётом результатов своей деятельности.

В процессе обучения учащихся мы считаем, что основным направлением всей педагогической деятельности (обучающей, воспитательной) является создание особой благоприятной среды, направленной на развитие исследовательской компетенции студентов: учебно-познавательной и личностно-деятельностной через интеграцию учебного материала. Для формирования этих компетенций мы можем выделить следующие виды:

- использование методических комплексов, которые ориентируют на развитие исследовательской сферы и отвечают требованиям обеспечения соответствия содержания учебных программ и УМК стандарту образованию, а также способствуют развитию интеллектуальных способностей учащихся (интеллектуальных, общеучебных и исследовательских умений);
- широкое внедрение в образовательный процесс различных проектных и исследовательских технологий, которые имеют личностно-ориентированную направленность, использование системы в работе по интеллектуальному воспитанию учащихся во внеурочной деятельности;
- осуществление построения отношений преподаватель-студент по известной схеме субъектно-субъектного, равного партнёрского сотрудничества учителя, преподавателя и студентов в совместном дидактически организуемом учителем, преподавателем решении учащимися, студентами учебных задач.

Исследовательская компетентность – способности, связанные с анализом и оценкой ситуаций. В процессе формирования исследовательской компетенции происходит усвоение нового материала, чётко выделяются признаки основных понятий, расширяется объём знаний, формируются различные навыки и умения, которые обеспечивают преемственность с другими учебными дисциплинами.

Исследовательская компетенция формируется в процессе определённых действий по изучению предмета в такие как понятия как умения готовности личности к определённым действиям на основе имеющихся знаний и умений. Как отмечает педагог А.В. Усова, умения всегда опираются на интеллектуальную деятельность, включая в себе процесс мышления.

Для иных учебных дисциплин исследовательские умения являются общими, поэтому необходимо обеспечить единый подход и преемственность к формированию данных умений при изучении различных предметов.

Формирование исследовательских умений возможно при проведении исследовательской работы в два этапа: а) теоретический; б) практический. На первом этапе основная деятельность принадлежит преподавателю. В этом случае он является партнёром в поисках истины и овладения мастерством, приобщает студентов к предмету.

Второй этап – практический, является продолжением первого. На этом этапе студенты должны самостоятельно проводить исследование, анализировать полученные результаты, делать выводы. Именно на втором этапе у учащихся должны формироваться определённые знания, умения и навыки. В процессе проведения второго тура перед преподавателем стоит задача – организовать деятельность учащихся по изучению исследовательских умений. Чем быстрее эти умения будут сформированы, тем эффективнее будут происходить занятия, факультативы, самостоятельная работа, поэтому исследовательские умения необходимо формировать как можно раньше на простых по содержанию и выполнению опытах.

Как отмечает И.А. Зимняя [2], исследовательская компетентность имеет сложную структурную конструкцию и подразделяется на ряд компонентов:

- когнитивный, или профессионально-личностный компонент, который обеспечивает готовность специалиста к гностической функции и предполагает высокий уровень интеллектуальных способностей, творческий подход к восприятию и анализу научной информации, выбор определённой научной позиции и т. д.;
- Мировоззренческий компонент, рассматриваемый как понятие, объясняющее его суть с точки зрения педагогической науки. Исследовательская компетентность в рамках этого компонента включает понятие методологической компетентности будущего педагога, как носителя профессионально-педагогических ценностей;
- ориентировочный и технологический компоненты определяются как деятельностные (технологические), поскольку они содержат совокупность таких специальных качеств, как умение формулировать проблему, организовывать исследовательский процесс, создавать проекты, осуществлять научный поиск и анализировать его результаты;
- коммуникативный компонент – умение чётко и ясно формулировать свои мысли, отстаивать выбор собственной позиции, уметь входить в контакт с другими учащимися проводимого исследования, владеть умениями публичного выступления;
- актуализация исследовательской компетенции студента невозможна без гармоничного использования элементов личностно-деятельностного подхода: мотивы, ценностные ориентации, цели, неравенства и т. д.

Эффективность образовательного пространства определяется модернизацией имеющейся системы образования, позволивший студентам выводить себя и свою исследовательскую деятельность на уровень целенаправленного изменения.

Критериями личностно-профессионального становления студентов в условия его включения в исследовательскую деятельность выступают мировоззренческий, коммуникативный, профессионально-личностный, технологический, мотивационный и ценностный компоненты.

Список использованных источников

1. Шолохина, И.Н. Личностно-деятельностный подход – основа мотивации к образованию / И.Н. Шолохина // Поволжский торгово-экономический журнал. – 2021. – № 2. – С. 81–89.
2. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
3. Борисова, З.Н. Формирование профессиональной компетентности будущих педагогов: проблемы и опыт / З.Н. Борисова // Этнос. Образование. Личность : сб. науч. тр. – Вып. V, ч. 1. – Якутск : ИПКРО, 2006. – С. 104–105.
4. Ефремова, Н.Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание / Н.Ф. Ефремова. – М. : Национальное образование, 2012. – 416 с.

УДК 377:378

А.В. Макаренко, И.Н. Аженилок

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Рассмотрены современные и перспективные цифровые технологии обучения рабочим профессиям в системе профессионально-технического образования.

Ключевые слова: перспективные технологии, цифровизация, информационное общество, информационно-коммуникационные технологии, виртуальная реальность, тренажеры, искусственный интеллект.

Введение. Ритм современной жизни настолько стремителен, что требует глобальной трансформации процессов привычного взаимодействия во всех сферах жизнедеятельности государства.

Развитие информационного общества – один из национальных приоритетов Республики Беларусь. Уровень развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в Беларуси постоянно растет, они стали важной частью как частной жизни граждан, так и деятельности органов власти.

ИКТ стали необходимым инструментом социально-экономического прогресса, одним из ключевых факторов инновационного развития экономики. В таких видах деятельности, как транспорт, торговля, промышленность, финансы, коммунальные услуги, образование, здравоохранение и государственный сектор, благодаря использованию информационно-коммуникационных технологий противоположно меняется уклад жизни людей.

Основные направления развития Республики Беларусь на основе информационно-коммуникационных в текущий период отражены в Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси на 2021–2025 годы», которая разработана в соответствии с приоритетными направлениями социально-экономического развития республики до 2025 года и направлена на внедрение информационно-коммуникационных и передовых производственных технологий в отрасли национальной экономики и сферы жизнедеятельности общества.

Государственной программой предусматривается комплексная цифровая трансформация процессов государственного управления, регионального и отраслевого развития, ее результаты должны оказать положительное влияние на достижение большинства Целей устойчивого развития, в том числе в сферах здравоохранения, образования, обеспечения экологической устойчивости населенных пунктов и других.

Г.А. Василевич подчеркивает, что «революционное воздействие информационно-коммуникационных технологий касается государственных структур и институтов гражданского общества, экономической и социальной сфер, науки и образования, культуры и образа жизни людей. Движение по пути развития информационного общества сегодня стало вектором современной жизни» [1, с. 32].

Цифровизация для государства обеспечивает конкурентоспособность на глобальном интернет-рынке.

Так, в учреждениях образования цифровизация улучшает процесс взаимодействия педагога и обучающегося. Применение интерактивных досок, документ-камер, стилусов, интерактивных проекторов,

гаджетов обучающихся повышают эффективность учебного процесса, обеспечивают быстрый и совершенно другой способ взаимодействия педагога и обучающихся.

Разрабатывается национальная система электронных образовательных ресурсов, усовершенствована инфраструктура и сервисы доступа к национальным и мировым образовательным ресурсам, а также система подготовки кадров в области ИКТ. По данным сайта abiturient.by, в 2025 году запланирован прием абитуриентов в 18 учебных заведений высшего образования 15 специальностей, по которым присваивается квалификация «программист» и «инженер-программист» [2].

Виртуальная лаборатория (ВЛ) представляет собой комплекс программ, позволяющий проводить лабораторные опыты без непосредственного использования реальной установки или при полном отсутствии таковой. Существуют и реализованы лаборатории с так называемой лабораторной установкой с удаленным доступом, в состав которой входит реальная лаборатория, программное обеспечение, которое используется для оцифровки полученных данных, а также передачи данных пользователю. Во втором виде лабораторий процессы моделируются при помощи персонального компьютера и его ПО [3].

Основными преимуществами виртуальных лабораторий являются отсутствие необходимости покупки дорогостоящего лабораторного и испытательного оборудования и материалов; возможность моделирования процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях; наблюдения за процессами в другом масштабе времени; безопасность; более высокая скорость проведения различных опытов; сокращение времени для получения результатов эксперимента в цифровом формате, возможность использования ВЛ в дистанционном обучении.

Виртуальные лаборатории разработаны и нашли широкое применение как в ближнем, так и в дальнем зарубежье (России, Австралии, США и других странах) при обучении по математике, физике, химии, биологии, наукам о Земле, инженерному делу (созданию различных объектов, механизмов и систем), социальным наукам и пр. [3].

С виртуальными лабораториями обучающиеся приобретают инструмент, с которым можно экспериментировать без ограничений круглый год. Использование виртуальных сред позволяет учащимся лучше овладеть компьютерными навыками, которые можно считать навыками обучения на протяжении всей жизни [4].

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 технологии 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 скорректировать [5]. 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.

Процесс обучения сварочным работам при ручной дуговой сварке основывается на отработке навыков манипулирования электродом для получения различных соединений во всех пространственных положениях. Качество практического обучения зависит от различных факторов: степени теоретической подготовленности обучающегося, эмоционального состояния (боязнь электрической дуги, безопасность процесса, неуверенности в своих способностях выполнения практического приема и др.), влияния личности преподавателя и мастера производственного обучения, оснащенности учебной мастерской или лаборатории и т. д.

Формирование качественного сварного валика вручную основывается на умении рабочего в различных условиях правильно перемещать электрод в продольном и поперечных направлениях с необходимой скоростью, выдерживать требуемое расстояние от сварочной ванны (длину дуги) и пространственное положение электрода относительно заготовки. Отработке данных умений у обучающегося помогают длительное практическое обучение или работа на тренажерах. Данному вопросу уделяется недостаточное внимание именно при обучении в учреждениях образования. Результаты обучения наиболее часто оцениваются по сварке контрольных образцов, что не позволяет своевременно заметить «неправильные» навыки и определить какие компоненты подготовки необходимо корректировать [5].

Разработаны и внедряются в процессе обучения компьютерные, искровые, виртуальные тренажеры, позволяющие ускорить процесс обучения, снизить затраты до 25 % на ресурсы и повысить качество. Работа на тренажере позволяет учащемуся сосредоточиться на самом важном – точности манипулирования

электродом или горелкой. Подобные тренажеры применяются для обучения различным видам сварки: ручной дуговой покрытыми и металлическими электродами, полуавтоматической, в средах защитных газов, контактной и др. Современные тренажеры достаточно реалистично имитируют процесс сварки (звук, искровой разряд) и по визуально-звуковым сигналам можно сразу увидеть и исправить ошибки в выполненных действиях [6]. Сегодня на рынке предлагаются к оснащению учебных заведений специализированные сварочные лаборатории, в которых обучающиеся на первоначальном этапе обучения могут отрабатывать психомоторные навыки. Такие лаборатории могут быть использованы не только в учебных заведениях, центрах подготовки и переподготовки, учебно-производственных комбинатах, но также и инженерами, технологами на предприятиях.

Такие работы в обучении могут быть отработаны в процессе обучения с помощью технологии дополненной и виртуальной реальности, посредством созданной техническими средствами виртуальной обстановки рабочих операций в реальном времени. Для реализации данной технологии потребуется компьютер с установленным специальным программным обеспечением, специальные перчатки, VR-шлемы, трекинг-системы. Примерами использования подобных систем в образовании являются тренажеры для управления различными производственными процессами, транспортными средствами, обучение в виртуальных лабораториях с проведением опытов на оборудовании, доступ к которому ограничен и прохождение виртуальных экскурсий.

Применение технологии искусственного интеллекта (ИИ) распространено в различных сферах жизни людей, в том числе и в профессиональном образовании. Основным преимуществом применения ИИ является возможность индивидуализации обучения за счет использования таких интерактивных образовательных средств, таких как виртуальные лаборатории, симуляции, тренажеры, приложения, которые позволяют обучающимся получать практические навыки и опыт, работая с виртуальными моделями [7].

Сегодня большой популярностью среди обучающихся учебных заведений пользуется чат GPT (Generative Pre-trained Transformer), созданный по технологии ИИ. Использование чата GPT на учебных занятиях представляет собой инновационный подход в образовании. Данная модель искусственного интеллекта, обученная на большом объеме текстовых данных, способна генерировать текстовые ответы, которые могут содержать неточности. Задача педагога и обучающегося критически проанализировать ответ, данный чатом, и проверить информацию с помощью дополнительных источников. Учащиеся также могут заниматься обучением моделей ИИ с помощью нейронных сетей и различных алгоритмов обучения.

Таким образом, развитие методик обучения с применением современных педагогических и цифровых технологий на основе виртуальной и дополненной реальности, обучающих тренажеров, искусственного интеллекта способствует повышению эффективности образовательного процесса, привлекательности процесса обучения, получению специалистами современных профессиональных компетенций, а также преодолению дефицита квалифицированных рабочих специалистов.

Список использованных источников

1. Василевич, Г.А. Цифровизация права как средство повышения его эффективности / Г.А. Василевич // Конституционное и муниципальное право. – 2019. – № 8. – С. 32–35.
2. Специальности, квалификации и степени общего высшего образования, обеспечивающего получение степени «Бакалавр» и квалификации специалиста с общим высшим образованием [Электронный ресурс] : справочный ресурс для поступающих // Абитурient.BY. Республиканский Веб-сайт. – Режим доступа: https://abiturient.by/spec_table/table2022/6-05. – Дата доступа: 04.04.2025.
3. Виртуальные лаборатории / Казанский (Приволжский) федеральный университет. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F324157708/Virtualnye.laboratorii.pdf>. – Дата доступа: 01.05.2025.
4. Золотухин, М.С. Виртуальные лаборатории в преподавании и обучении / Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации». – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2019/07/89984>. – Дата доступа: 01.05.2025.
5. Грузинцев, Б.П. Актуальные вопросы создания эффективной системы подготовки операторов ручной дуговой сварки / Б.П. Грузинцев, А.В. Сас // Глобальная и ядерная безопасность. – М.: Изд-во Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2013. – № 1 (6). – С. 96–99.
6. Информационные технологии при подготовке сварщиков ручной, механизированной и автоматической сварки // Ресурс для публикации, обмена и распространения любых документов «Docplayer» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/58330610-Informacionnye-tehnologii-pri-podgotovke-svarshchikov-ruchnoy-mehanizirovannoy-i-avtomaticheskoy-svarki.html>. – Дата доступа: 30.03.2021.
7. Кашина, М.А. Использование искусственного интеллекта на занятиях в организации среднего профессионального образования. Проблемы и перспективы // Репозиторий БГУИР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/53054/1/Kashina_Ispolzovanie.pdf. – Дата доступа: 08.05.2025.

К ПРАКТИЧЕСКОМУ ОБУЧЕНИЮ ОБЪЕКТНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

Рассматриваются вопросы обучения моделированию программ, проектов программ с помощью инструментов языка моделирования UML, предоставляющего спектр структурных, процессных, комбинированных моделей лингвистического и динамического уровней описания систем. Представлены особенности организации циклов практических (лабораторных, курсовых) работ для обучаемых в рамках курса по изучению объектного моделирования в части практического применения диаграмм UML для проектирования программ.

Ключевые слова: обучение, объектная парадигма, моделирование, программный проект, диаграммы UML.

Введение. Распространение объектно-ориентированной парадигмы [1; 2] существенно повысило практический интерес к изучению и использованию объектного моделирования (ОМ) [3] как для выработки и формализации принимаемых проектных решений, так и для оценки их качества (корректности, полноты и т. д.).

Объектная модель может базироваться на использовании диаграмм (моделей) языка визуального моделирования UML [4]. Это требует помимо теоретических знаний и фрагментарного знакомства с моделями (с их назначением, структурой, правилами описания и использования) выработки соответствующих умений и навыков практического применения. Указанное предполагает отработку приемов ОМ непосредственно в процессе разработки программ, ведения программных проектов.

В таблицах 1–2 представлен примерный перечень – набор процессов и сопутствующих работ [3–6], имитирующих реальное проектирование, разработку. Эти процессы и работы могут быть положены в основу соответствующего цикла практических, лабораторных и(или) курсовых работ, а также использованы для организации самостоятельных занятий обучаемых. В качестве моделей проекта здесь использованы диаграммы UML.

Таблица 1 – Состав процессов, работ с использованием ОМ, этап 1

Этап 1 – объектно-ориентированный анализ предметной области
1. Описание предметной области, круга автоматизируемых задач, определенных заданием на разработку системы (получение концептуальной модели)
2. Уточнение списка задач (функциональных требований к системе), текстовое описание порядка их выполнения (построение функциональной модели средствами диаграмм прецедентов с произвольным описанием потоков событий)
3. Формирование списка интерфейсных форм, первичное описание форм, сопутствующих функций, классов, иерархий классов (структурное моделирование на базе диаграммы классов). Для сложных форм – описание диаграмм состояний
4. Уточненное описание прецедентов (потоков событий) (поведенческое моделирование средствами диаграмм состояний и диаграмм видов деятельности)
5. Описание функционирования системы, проекта системы (построение динамической модели системы на базе диаграммы состояний)
6. Выявление списка классов предметной области. Упрощенное описание классов, иерархии классов (структурное моделирование предметной области на базе диаграммы классов на уровне “первичных”, ассоциативных, семантических отношений классов)
7. Общее описание модульной структуры приложения, проекта приложения с учетом необходимых обработчиков событий
8. Реализация действующего прототипа приложения, моделирование пользовательского интерфейса

Таблица 2 – Состав процессов, работ с использованием ОМ, этапы 2, 3

Этап 2 – объектно-ориентированное проектирование
1. Детальное описание прецедентов (сценариев) (поведенческое моделирование средствами диаграмм видов деятельности и последовательностей)
2. Детальное представление классов, иерархии классов предметной области (структурное моделирование диаграммами классов - уровень “реализуемых” отношений классов типа наследование, агрегация, композиция, использование и др.)
3. Объединение иерархий “интерфейсных” классов и классов предметной области (структурное моделирование, уровень “реализуемых” отношений классов)
Этап 3 – уточненное объектно-ориентированное проектирование и реализация
1. Модификация иерархии классов (п. 11) с учетом конкретизации используемого языка программирования, платформы, библиотек
2. Построение общей иерархии классов проекта путем согласования результатов (п. 12) с иерархией классов используемого для реализации типового каркаса проекта

3. Описание структуры приложения (структурное моделирование на базе диаграммы компонентов)
4. Описание структуры технического обеспечения, средств (структурное моделирование на базе узловой диаграммы)
5. Описание архитектуры системы (моделирование развертывания компонентов, п. 14 на узлах системы, п. 15 – построение модели развертывания приложения)
6. Реализация, тестирование и документирование приложения

Этапы работ собраны в классический “водопадный” жизненный цикл, отличаются “прозрачной” структурой, полнотой и контролируемостью. Это обеспечивает необходимую простоту применения для организации обучения и контроля обучения, что согласуется с целями обучения ОМ и накладываемыми временными ограничениями.

В целях интенсификации обучения и концентрации внимания на типовых приемах ОМ обучаемые на этапе 1 «Объектно-ориентированный анализ» (ООА) предметной области (таблица 1) абстрагируются от средств, специфики инструментов, используемых для реализации проекта. То есть этап полностью акцентирован на описании автоматизируемой предметной области (ПрО) – получении моделей, инвариантных к средствам реализации, но достаточных для построения действующих прототипов [7] разрабатываемой программы, проекта.

Так можно достичь компромисса между ответственностью проработки этапа анализа для обеспечения качества проекта и трудностями, которые, как показывает практика, испытывают обучаемые при анализе, требующем инженерной квалификации, навыков абстрактного мышления, концентрации.

Далее полученные модели могут быть допроектированы и специализированы с учетом специфических требований к проекту и особенностей средств реализации, а сам проект реализован разными средствами на последующих этапах. Так (таблицы 2, 3), этап 2 акцентирован на получение моделей, которые составят “ядро” проекта (структуры проекта); – этап 3 ориентирован на получение моделей, согласованных с заданными средствами реализации (языками, платформами и т. д.).

Таблица 3 – Распределение оценочных баллов по этапам разработки

Этап разработки	Диапазон баллов		
	А	Б	В
1. Анализ (диапазон оценок 1-4 балла)	3-4	2	1
2. Проектирование	1-3	1-2	1-2
3. Реализация (испытание системы, документирование и др.)	1-3	1-2	1-2
ИТОГО (диапазон баллов за разработку проекта)	5-10	4-6	3-5

При использовании указанной схемы для организации практических работ вносятся следующие коррективы:

1. Варьируется трудоемкость задания, анализируемой и автоматизируемой ПрО от упрощенных “учебных”, фрагментарных примеров для лабораторных заданий до проектирования реальных подсистем при курсовом проектировании.

2. При организации лабораторных работ акцент делается на этапе ООА и создании действующего прототипа (как результата “поверхностного” моделирования). При этом остальные процессы, этапы разработки реализуются в “бумажном” варианте, а результаты представляются набором моделей UML с соответствующими комментариями.

3. Возможен вариант, когда лабораторные работы выполняются бригадами (2–3 человека), в том числе с разделением ролевых функций. Практикуется межбригадный контроль, обмен результатами ООА для до проектирования-реализации “чужого” проекта. Возможно использование обучаемых, успешно справляющихся с заданием, в роли “экспертов” для оценки “чужих” программных проектов.

4. При организации курсового проектирования в отличие от лабораторных работ итоговым результатом является получение проектных решений для всех этапов разработки с реализацией как прототипов приложения так полно- или частично-функциональных приложений.

Все этапы, процессы разработки контролируются и аттестуются. Для 10-балльной системы оценки за основу может быть взята примерная схема, представленная в таблице 3.

Она учитывает указанное выше доминирующее влияние этапа ООА на ход и конечные результаты проектирования, общий успех разработки. Поэтому и оценка за качество выполнения этого этапа является определяющей, влияет на последующие оценки, определяя допустимые диапазоны оценочных баллов для последующих этапов.

Применены три варианта (сценария) формирования итоговой интегральной оценки – А, Б и В, которые представлены в соответствующих столбцах таблицы 3 и выбираются по результатам первого этапа работы – ООА. Итоговая оценка (в баллах) складывается из оценок каждого из этапов разработки.

Так, например, при оценке за этап анализа в 2 балла (сценарий Б) далее за этапы проектирования и реализации можно получить дополнительно до 4 баллов, что составит диапазон итоговой оценки в 4–6 баллов.

В оценке каждого этапа учитывается качество документирования результатов – степень готовности материалов для пояснительно записки, их достаточность, оформление и т.п.

Возможно построение и другой, более детализированной шкалы, с интегральной оценкой всех промежуточных работ, результатов.

Таким образом, для организации практического обучения ОМ здесь использована комбинация методов обучения, включая наглядные, практические, проблемные, а также элементы имитационного моделирования, прототипирование. Формы организации обучения – индивидуальная, групповая (бригады). Технология обучения: компьютерная по инструментальному характеру, специфике поддержки; информационная по направленности (формирование умений, навыков); проблемная – по доминирующим методам.

В работе определены проблемы и требования к обучению ОМ, целевые задачи этапов обучения. Представлен вариант перечня процессов и сопутствующих работ разработки программ, проектов программ, имитирующих реальное проектирование. Выполнено согласование указанного перечня с возможностями инструментов языка UML. Представлены рекомендации по организации лабораторных и курсовых работ. Рассмотрена концепция оценки промежуточных и конечных результатов работы обучаемых, приведен вариант распределения оценочных баллов по этапам разработки и расчета итоговой оценки. Перечисленное обеспечивает системность, требуемую полноту охвата изучаемого предмета, активизацию и практическую направленность обучения.

Список использованных источников

1. Липаев, В.В. Программная инженерия. Методологические основы : учебник / В.В. Липаев. – М. : ТЕИС, 2006. – 608 с.
2. Орлов, С.А. Программная инженерия: технологии разработки программного обеспечения: учебник для вузов / С.А. Орлов. – СПб. : Питер, 2018. – 640 с.
3. Рамбо, Дж. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка / Дж. Рамбо, М. Блаха. – СПб. : Питер, 2007. – 544 с.
4. Рамбо, Дж. Введение в UML от создателей языка / Дж. Рамбо, Г. Буч, И. Якобсон. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 483 с.
5. Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 496 с.
6. Галиаскаров, Э.Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML : учеб. пособие для вузов / Э.Г. Галиаскаров, А.С. Воробьев. – М. : Юрайт, 2021. – 125 с.
7. Мяцяшек, Л.А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML / Л.А. Мяцяшек ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2022. – 432 с.
8. Муравьев, Г.Л. О прототипировании приложений с использованием диаграмм UML / Г.Л. Муравьев, В.И. Хвещук, С.В. Мухов // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы 14-й Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 29 марта 2022 г. – С. 266–268.

УДК 37.034

Е.Г. Овсянников

Соликамский государственный педагогический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (СГПИ филиал ПГНИУ)

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАЗОВЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ И ПОИСК ПУТЕЙ ИХ РЕШЕНИЯ

В статье рассматриваются проблемные вопросы воспитательного аспекта в педагогической работе преподавателей высшей школы с учетом содержания отдельных нормативных актов, регламентирующих воспитательную работу в вузах, обосновываются актуальность и важность сохранения и развития отечественной педагогической традиции. Предлагаются методические рекомендации для организации воспитательной деятельности в высшем учебном заведении, сформулированы выводы по совершенствованию работы со студенческой молодежью на основе базовых духовно-нравственных ценностей.

Ключевые слова: обучение, планирование, духовно-нравственная культура, проблемы воспитательной работы.

Введение. В настоящее время происходят глобальные изменения не только мирового порядка, обусловленного ялтинско-потсдамскими соглашениями стран-победительниц во Второй мировой войне. Происходит тектонический поворот от неолиберальных к традиционным базовым духовно-нравственным ценностям.

Как отмечено в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ от 02.07.2021 №400 (далее – Стратегия национальной безопасности): «Достигнув высокого уровня социально-экономического и технологического развития, человечество столкнулось с угрозами утраты традиционных духовно-нравственных ориентиров и устойчивых моральных принципов» [1].

Отход от исторических и культурных традиций, присущих многонациональному народу России, породил такие негативные последствия, как разобщенность поколений в нашем обществе, утрату или размывание многих идеалов и ценностей, укоренившихся в менталитете нашего общества на протяжении его тысячелетнего генезиса. Именно этот деструктивный процесс привел к ослаблению самих основ российской государственности, расшатал нравственное здоровье прежде всего русского населения России и в конечном итоге сформировал условия для саморазрушения нашего общества. Поэтому сегодня на повестке дня стоит возможно самая главная задача для российского общества и государства: возврат к истокам исторической памяти, встраивание традиционных духовно-нравственных ценностей в современную парадигму развития страны, обеспечения культурно-ценностной преемственности поколений.

Не решив эту задачу, мы не сможем вывести Россию на новый инновационный экономический и технологический уровень развития, укрепить ее способность к противостоянию внутренним и внешним угрозам, повысить качество жизни и благосостояние граждан, преодолеть демографический кризис. «Без подлинного возрождения традиционной духовно-нравственной культуры в российском обществе, в воспитании современных детей и молодежи, новых поколений – никакие цели, задачи социально-экономического развития страны не могут быть обеспечены, гарантированы в длительной перспективе» [2].

В основе политической, экономической, оборонной независимости Российской Федерации лежат «базовые, формировавшиеся на протяжении столетий отечественной истории духовно-нравственные и культурно-исторические ценности, нормы морали и нравственности» [1].

Содержание Стратегии национальной безопасности определило основные направления Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (в настоящее время идет работа по разработке проекта данного документа на период до 2030 г.), утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р (далее – Стратегия развития воспитания). В Стратегии развития воспитания приоритетной задачей Российской Федерации в сфере воспитания детей и молодежи является «развитие высоконравственной личности, разделяющей российские традиционные духовные ценности, обладающей актуальными знаниями и умениями, способной реализовать свой потенциал в условиях современного общества, готовой к мирному созиданию и защите Родины» [3].

К российским традиционным духовно-нравственным ценностям Стратегия развития воспитания прежде всего относит жизнь, достоинство, права и свободы человека, патриотизм, гражданственность, служение Отечеству и ответственность за его судьбу, высокие нравственные идеалы, крепкую семью, созидательный труд, приоритет духовного над материальным, гуманизм, милосердие, справедливость, коллективизм, взаимопомощь и взаимоуважение, историческую память и преемственность поколений, единство народов России. Именно эти ценности объединяют нашу многонациональную и многоконфессиональную страну.

Причем, говоря о роли духовно-нравственных ценностей в воспитании молодежи, необходимо помнить о том, что на протяжении тысячи лет их сохраняет и развивает Русская православная церковь. Естественно, что это никоим образом не умаляет значение других религий в истории нашей многонациональной страны.

Эти ценности имеют под собой такие надежные исторические основы как российское государство и многонациональный народ России, её гражданское общество, семья, труд, культура, образование, наука, религия, природа.

Решение вышеуказанной главной задачи развития страны невозможно без осмысления базовых традиционных российских ценностей для понимания и принятия их всем народом.

Поэтому здесь трудно переоценить роль образования и воспитания. И это касается не только подрастающих поколений россиян. Это, без преувеличения, должен быть своеобразный ликбез для всего народа в современных условиях, перед лицом новых глобальных вызовов.

«Духовно-нравственное воспитание личности гражданина России – это составная часть педагогического процесса, связанная с усвоением обучающимися базовых ценностей многонационального и многоконфессионального народа РФ» [4].

Федеральным законом от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», закреплён важнейший принцип государственной политики в области образования – «защита национальных культур и традиций» [5].

Руководствуясь данным принципом педагогические работники должны формировать и развивать у обучающихся уважение к религиозным, национальным, политическим убеждениям людей. И в данном случае не важно какие учебные дисциплины «ведет» преподаватель – математические, естественно-научные или гуманитарные.

Отсюда можно сделать следующий вывод: преподаватели вузов это не просто люди, передающие студентам свои знания и опыт, это люди, к мнению которых прислушиваются и которое во многом определяет отношение студентов к окружающей действительности.

Сегодня, в условиях вышеназванных глобальных изменений, приоритетом должно быть развитие у молодёжи таких морально-нравственных качеств, как справедливость, долг, честь, благородство и дружелюбие.

Поэтому вузы, являясь одним из важнейших элементов системы образования, несут, в том числе, ответственность за становление обучающихся как высоконравственных, с устоявшимися убеждениями и ценностями граждан, с пониманием своей ответственности за судьбу всей России и того города, деревни, посёлка, где они родились и росли. Естественно, что воспитание на основе духовно-нравственных ценностей должно происходить в неразрывной связи с интеллектуальным и культурным воспитанием студентов.

В настоящее время существует ряд факторов, влияющих на традиционные ценности и нравственные основы жизни общества, а значит, на воспитание студентов: нерешенность многих социальных и психологических проблем в государстве и обществе в целом; развитие межкультурного взаимодействия в системе высшего образования; недостаточно чётко сформулированная роль воспитательного компонента в деятельности педагога; отсутствие системы комплексного методического сопровождения деятельности педагогов.

Недостаточное знание многими преподавателями общетехнических и специальных технических дисциплин культурных (в частности религиозных) ценностей, особенно при обучении иностранных студентов, порождает серьезные проблемы при организации образовательного и воспитательного процессов, усугубляемых очень разным интеллектуальным уровнем и плохим знанием русского языка у значительной части указанных студентов.

Данные факторы определяют степень нерешенных проблем воспитательной деятельности в высшей школе, а также позволяют сформулировать практические рекомендации по их (проблем) решению.

В настоящее время система воспитания молодежи вообще и студентов в частности, базирующаяся на традиционных духовно-нравственных ценностях, должна в полной мере учитывать реалии современного мира, в котором все больший вес приобретает гуманитарное знание, в том числе в технических и естественно-научных его отраслях.

Конечно, основы мировоззрения обучающихся, их нравственные принципы и критерии в оценивании различных сфер деятельности государства, общества и отдельного человека (если мы рассматриваем сферу образования) формируют прежде всего гуманитарные дисциплины.

Однако, учитывая публичность профессии, каждый преподаватель (еще раз оговоримся, что в данном случае не важно, о каком блоке научных дисциплин идет речь) в своей практической деятельности должен обладать не только узкопрофессиональными знаниями, а также быть широко эрудированным человеком в вопросах истории и культуры, иметь четкое представление о базовых ценностях своей страны и своего народа.

В заключении можно сделать ряд следующих выводов:

1. Профессионально работая со студентами преподавателю вуза необходимо самому иметь и руководствоваться в своей деятельности целостной системой духовно-нравственных качеств, быть разносторонне развитым человеком, обладающим знаниями в области российской и мировой истории и культуры, мировых религий, основных социально-политических и правовых систем. В противном случае он не сможет реализовать громадный ценностный культурно-нравственный потенциал личностного воспитания обучающихся.

2. Для реализации вышеуказанного вывода необходима система методического сопровождения воспитательной работы педагогов.

3. В общий годовой объем педагогической нагрузки преподавателя включить воспитательную работу со студентами.

4. Общегосударственной задачей должно стать объединение усилий гражданского общества, церкви, образовательных учреждений, семьи в целях нравственного воспитания населения страны и, в частности, обучающихся всех уровней образования.

5. Предусмотреть увеличение количества учебного времени для преподавания дисциплин гуманитарного цикла.

В заключение необходимо подчеркнуть, что стержнем воспитания в вузе (равно как и в другом образовательном учреждении) являются базовые национальные ценности, которые помогают человеку отвечать на смыслообразующие, мировоззренческие вопросы его жизни: «Кто я?», «Зачем я живу?», «Как я отношусь к своей стране, своему народу, к своей семье?», «Что для меня главное, а что второстепенное?» и т. д.

Осмысливая и решая в процессе образовательной деятельности воспитательные задачи, связанные с усвоением базовых национальных ценностей, студенты совместно с преподавателями должны использовать все богатство великой русской и, в частности, православной культуры (естественно, наряду с культурой и религиями других народов), достижения науки, современные источники информации, опираться на историю и опыт своей малой Родины и семьи.

Таким образом, воспитательная работа со студентами на основе базовых национальных духовно-нравственных ценностей позволяет системе российского высшего образования сохранять свою уникальность и одновременно соответствовать мировым стандартам образования.

Список использованных источников

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс] : Указ Президента РФ от 02.07.2021 №400. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
2. 17 мая 2022 года в Совете Федерации Федерального Собрания в рамках X Парламентских встреч юбилейных XXX Международных образовательных чтений прошёл круглый стол «Традиционное духовно-нравственное воспитание в современном образовательном пространстве» с участием сенаторов Российской Федерации, депутатов Государственной Думы, представителей Русской Православной Церкви и других российских традиционных конфессий, Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, образовательной научной, педагогической и родительской общественности, средств массовой информации [Электронный ресурс] // Официальный сайт Московского патриархата 2022. 17 мая. – URL: <http://www.patriarchia.ru/db/text/5926206.html> .
3. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015г. № 996-р. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
4. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. – URL: <http://liceu17klgd.ru/upload/iblock/104/104d6dfc2a9aea826903da70af3cf636.pdf>. «КонсультантПлюс».
5. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

УДК 334:378:37.02

С.А. Радченко

ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого»

СПОСОБ БЫСТРО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЛУЧШИЙ ОПЫТ ЗНАМЕНИТЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И УНИКАЛЬНЫХ ХОЗДОГОВОРОВ КАФЕДР

Научно обоснована и подготовлена реальная возможность для улучшения решения в регионах проблем обучения и профориентации молодежи, используя результаты 35-летнего изучения автором лучшего опыта сотрудничества знаменитых университетов России и ведущих стран мира с администрацией, для быстрого получения вузами новых уникальных возможностей: 1 – улучшать обучение и развитие; 2 – постоянно иметь бюджетные хоздоговоры; 3 – участвовать в региональных и других программах.

Ключевые слова: технологическое образование; мировой опыт; хоздоговоры кафедр; сотрудничество.

Введение. 35 лет изучения автором лучшего опыта ряда самых знаменитых университетов России и ведущих стран мира (в том числе во время стажировок в Великобритании (в Кембридже и Лидском университете) и в США и командировок в Бельгию, Францию, Германию, Данию и т. д.) по улучшению обучения, быстрому массовому внедрению в регионах многих новых достижений и видов современной продукции, защите потребителей и наименее затратному решению важных проблем в регионах позволили нам научно обосновать и подготовить новые реальные возможности использовать этот опыт для улучшения обучения и получения кафедрами бюджетных хоздоговоров [1–9].

Результаты изучения лучшего опыта самых знаменитых университетов

Первый вывод. Для быстрого и менее затратного решения в любых регионах актуальных проблем улучшения обучения и профориентации молодежи, массового внедрения новых достижений и лучшей современной продукции, защиты потребителей можно использовать лучший мировой опыт очень выгодного сотрудничества самых знаменитых вузов России и ведущих стран с органами управления их регионов и городов, что позволяет быстрее и эффективнее улучшать ситуацию за счет: 1 – участия многих их кафедр в региональных и других программах; 2 – получения хоздоговоров.

Второй вывод. Зарубежные экономисты давно показали: 1 – невозможность сильного увеличения государственного финансирования для большинства вузов в мире; 2 – необходимость поиска вузами новых источников бюджетных и внебюджетных денег, так как большинству вузов в мире уже хватает денег в основном только для выплаты зарплаты, что мешает им регулярно обновлять их оборудование и развиваться.

Третий вывод. Ряд знаменитых университетов использует похожие во всех странах способы более выгодного сотрудничества с органами управления их регионов и городов в целях решения важных для них проблем. Это лучше всего обеспечивает подписание вузом «рамочного» договора о сотрудничестве с администрацией своего региона или города для реализации комплексной программы сотрудничества, который: а – очень похож на обычный протокол о намерениях [1–6] (в нем нет финансовых обязательств сторон) и поэтому подписывается администрацией; б – используется указанными в нем кафедрами при работе со структурами администрации для участия их в региональных и других программах и получения ими бюджетных хоздоговоров.

Четвертый вывод. Самым перспективным и реальным для вузов способом получать большое дополнительное бюджетное финансирование от администраций их регионов и региональных центров (по хоздоговорам с их кафедрами и другими способами при участии в региональных программах) является их участие в массовом внедрении современной продукции и в решении важных для администрации проблем.

Пятый вывод. В ряде ведущих стран давно используются методы помощи детям в выборе привлекательных для них должностей и в получении информации о требованиях работодателей к их соискателям, что позволяет улучшать обучение части молодежи. Поэтому использование такого лучшего мирового опыта сотрудничества семей, школ и вузов может быть полезным для улучшения обучения и воспитания молодежи в России и Белоруссии, защиты выпускников от возможных проблем при их будущем трудоустройстве и работе и для своевременной реальной помощи им [1–9].

Шестой вывод. Самый быстрый и безотказный способ обеспечивать получение некоторыми техническими и естественнонаучными факультетами и кафедрами новых бюджетных хоздоговоров при участии в региональных, городских и других программах – это разработать и утвердить (подписать) вместе с администрацией два документа:

1 – комплексную программу сотрудничества администрации и вуза в целях улучшения обучения и профориентации и эффективности решения ряда проблем [1–6];

2 – многостороннего «рамочного» договора о долгосрочном сотрудничестве [6].

По ряду объективных причин быстро подготовить и утвердить такую очень привлекательную для любой администрации программу ее сотрудничества с вузом и наиболее эффективный многосторонний «рамочный» договор о сотрудничестве (для постоянного получения рядом их технических и естественнонаучных факультетов и кафедр хоздоговоров с органами управления образованием администраций регионов и региональных центров) возможно в случае, если в качестве главного метода для успешного обеспечения решения указанных в них проблем будет выбрано массовое внедрение в школах и затем совершенствование разработанного нами и используемого автором много лет при обучении студентов учебно-тренировочного комплекса [1–4; 9].

Например, его применение при изучении ряда предметов обеспечит [1–9] получение нужных всем людям знаний и практических навыков (при использовании интернета и т. д.), в том числе: 1 – для лучшего выбора продукции и ее надежных продавцов методами, позволяющими избежать многих покупок по завышенным ценам и бракованного товара, ряда возможных проблем, обмана и мошенничества; 2 – поиска лучших привлекательных вакансий в интернете с учетом своих запросов с реальной самооценкой их привлекательности для работодателей и с лучшей подготовкой резюме.

Седьмой вывод. Самым реальным и эффективным способом быстро повысить роль вузов в решении проблем устойчивого развития регионов и улучшения обучения является участие в международном сотрудничестве [1–2] с массовым внедрением в школах учебно-тренировочного комплекса [9]. Это позволит участвующим в этом полезном сотрудничестве кафедрам получать бюджетные хоздоговоры много лет [1–6]:

1 – за счет части огромных средств, уже имеющихся в бюджетах их регионов и региональных центров для решения важных для них проблем;

2 – успешно обеспечив внесение целевого финансирования такого важного для всех международного сотрудничества в эти бюджеты даже отдельной строкой.

Главные условия для успешного использования лучшего мирового опыта

Автор установил [1–6], что для быстрого и эффективного применения в регионах лучшего опыта самых знаменитых и богатых университетов России и ведущих стран в целях реального улучшения ситуации в них необходимы три важнейших условия:

1 – знать ряд основных законов рыночной экономики и самые выгодные и эффективные в любых странах формы и методы сотрудничества, которые не требуют больших дополнительных расходов всех его участников и дают максимально быстрые результаты, и уметь их применять (автор изучал их на знаменитых курсах успешного бизнеса в Великобритании и в России и успешно их использовал в городе Туле для организации сотрудничества с ведущими российскими организациями и с многими фирмами, когда работал 20 лет на высших руководящих должностях в 3 организациях, изучавших лучший мировой опыт и участвовавших в его внедрении в регионах [4]);

2 – быстро подготовить и утвердить совместно с администрациями региона и регионального центра (так как бюджеты у них разные) привлекательную для них программу многостороннего международного сотрудничества, которую сразу утвердят;

3 – знать и уметь правильно использовать в интересах любого университета «административный ресурс» администраций в своем регионе и городе, в том числе подготовку и утверждение нужных для успеха сотрудничества документов (программы их сотрудничества, постановлений и распоряжений администрации и графиков работ).

Поэтому наша многолетняя целенаправленная научная, учебно-методическая и практическая деятельность [1–9] позволила подготовить новые реальные возможности быстро создавать в любых регионах (совместно с заинтересованными факультетами и кафедрами вузов) все эти три необходимые условия для успешного использования лучшего опыта знаменитых университетов России и ведущих стран мира и наших разработок, опыта и «ноу-хау» для улучшения обучения и доходов их ведущих кадров.

Международное сотрудничество как способ быстро улучшить ситуацию

Автор установил [1–6], что многостороннее международное сотрудничество является самым реальным, эффективным и малозатратным способом повышать роль вузов в решении проблем улучшения обучения и развития за счет многосторонних «рамочных» договоров о сотрудничестве [6], что позволит некоторым их кафедрам:

1 – эффективнее сотрудничать с органами управления образованием и другими структурами администраций их регионов и городов и с многими школами, получая за счет этого безотказными законными методами поддержку администрации, бюджетные хоздоговоры и новые возможности для полезного участия в различных программах;

2 – получить недоступные ранее дополнительные источники бюджетных денег;

3 – максимально приблизить учебный процесс по многим предметам к реальной жизни и использовать наиболее эффективные и малозатратные современные методы для улучшения обучения и профориентации без больших бюджетных расходов [1–9];

4 – регулярно получать для использования в учебном процессе в университете и в школах достоверную и квалифицированно подготовленную информацию о многих новых достижениях и о различных видах лучшей современной продукции для решения указанных выше актуальных проблем и для максимальной визуализации обучения;

5 – повышать результативность их учебной и научной деятельности.

Это позволит использовать лучший опыт получения рядом знаменитых вузов уникальных по возможностям бюджетных хоздоговоров одновременно для некоторых их факультетов и кафедр и улучшать обучение и законный доход ведущих кадров [1–6].

Уникальность таких новых хоздоговоров заключается в следующем:

1 – после подписания вузом многосторонних «рамочных» договоров о международном сотрудничестве с администрацией его региона и города [6] бюджетные хоздоговоры для его кафедр можно получать безотказным законным методом, успешно применяемым много десятилетий самыми знаменитыми и богатыми университетами;

2 – можно успешно использовать самые эффективные во всех странах методы сотрудничества, позволяющие быстрее добиваться успеха и снижающие необходимые затраты и риски всех его участников, которые автор изучал на знаменитых курсах успешного бизнеса в Великобритании и в России и затем применял в своей работе [4];

3 – эффективное совместное обеспечение при выполнении таких хоздоговоров применения в школах и регулярного дальнейшего обновления, совершенствования и пополнения информации, содержащейся в уникальном портативном комплексе [9];

4 – решение важной проблемы невозможности обеспечивать все кафедры и все школы многими образцами современного оборудования и их регулярного обновления (используя нашу электронную базу данных о них для визуализации и изучения [1–9]);

5 – усиление сотрудничества со школами и многими выпускниками.

Возможны различные варианты таких бюджетных хоздоговоров с органами управления образованием регионов и городов: 1 – с участием кадров одного факультета и его кафедр; 2 – с участием кадров нескольких факультетов; 3 – с участием ведущих кадров различных вузов, в том числе из других регионов и даже из других стран.

Заключение. Вышеизложенное доказывает [1–9], что можно быстрее и дешевле решать многие проблемы обучения и развития в регионах на основе многостороннего международного сотрудничества [1–2], которое улучшит использование потенциала вузов и администрации регионов и создаст для кафедр новые возможности улучшать обучение, доходы кадров и развитие [1–6]. Нашу готовность к такому уникальному по ряду новых возможностей сотрудничеству, которое можно быстро начать, подтверждают 4 диплома 1, 2 и 3 степени, полученные в 2025, 2024 и 2023 году автором на трех «Выставках педагогических инноваций» в Ишимском педагогическом институте им. П.П. Ершова (филиале) Тюменского государственного университета.

Такое многостороннее международное сотрудничество с использованием наших разработок, опыта и «ноу-хау» – это реальный и быстрый способ совместно создать для всех участвующих в нем кафедр

лучшие условия для улучшения обучения и законных доходов ведущих кадров, которые пока есть только в самых знаменитых вузах, которые всегда получают огромные дополнительные бюджетные и внебюджетные деньги [5].

Список использованных источников

1. Радченко, С.А. Международное сотрудничество – лучший способ эффективного внедрения в вузах и школах образовательных технологий нового поколения / С.А. Радченко // Педагогическая наука и образование: сохраняя прошлое – создаем будущее : материалы Междунар. науч.-практ. форума, посвящ. 110-летию БГПУ (21 нояб. 2024 г.). – Минск, 2025. – С. 424–427.
2. Радченко, С.А. Международное сотрудничество с учетом лучшего мирового опыта как способ совершенствования регионального обучения / С.А. Радченко // Устойчивое развитие экономики : международные и национальные аспекты : сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. (31 окт. – 01 нояб. 2024 г.). – Новополюцк, 2025. – С. 91–96.
3. Радченко, С.А. Возможности быстро улучшать обучение в регионах и получать большие хоздоговоры для кафедр педагогических вузов, используя лучший мировой опыт и межрегиональное сотрудничество / С.А. Радченко // Современное технологическое образование : сб. ст., докл. и материалов XXX Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2024. – С. 10–18.
4. Радченко, С.А. Самый реальный, быстрый и малозатратный способ улучшить в регионах технологическое образование и доходы педагогических вузов и их ведущих кадров / С.А. Радченко, С.С. Радченко // Технолого-экономическое образование: достижения, инновации, перспективы : материалы XX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Тула, 2023. – С. 54–65.
5. Радченко, С.А. Использование опыта инновационной деятельности ведущих зарубежных вузов – лучший способ комплексного решения задач и проблем вузов и технолого-экономического образования / С.А. Радченко // Сборник статей X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ТГПУ им. Л.Н. Толстого и 30-летию факультета технологии, экономики и сельского хозяйства : в 2 ч. – Тула, 2009. – Ч. 1. – С. 75–81.
6. Радченко, С.А. Многосторонние договора о сотрудничестве – самый быстрый, реальный и малозатратный способ улучшить обучение технологии и доходы вузов и их ведущих кадров, используя лучший мировой опыт / С.А. Радченко // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития : материалы IX Междунар. науч.-метод. конф. – М., 2023. – С. 215–220.
7. Радченко, С.А. Инновационные методы для улучшения обучения по технологии, физике, теплотехнике и охране труда / С.А. Радченко, А.Н. Сергеев // Школа будущего. – 2017. – № 6. – С. 180–187.
8. Радченко, С.А. Роль новых интерактивных учебно-методических пособий в совершенствовании технологического образования молодежи / С.А. Радченко, А.Н. Сергеев // Технолого-экономическое образование: достижения, инновации, перспективы : межвуз. сб. ст. XVII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Тула, 2017. – С. 26–31.
9. Радченко, С.А. Портативный учебно-тренировочный комплекс для быстрого улучшения обучения, доходов вузов и их ведущих кадров и межрегионального сотрудничества / С.А. Радченко, С.С. Радченко // Проблемы и перспективы технологического и физико-математического образования в России и за рубежом : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. – Ишим, 2024. – С. 96–103.

УДК 004.054

Е.А. Ружицкая

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

POSTMAN – НЕОБХОДИМЫЙ ИНСТРУМЕНТ BACK-END РАЗРАБОТЧИКА

В работе рассматривается возможность использования приложения Postman для тестирования API в рамках дисциплин, изучающих разработку web-приложений студентами специальностей «Программная инженерия» и «Информатика и технологии программирования».

Ключевые слова: сайт, web-разработка, Postman, тестирование API, back-end-программирование.

Введение. Разработка web-приложений является актуальным направлением в программировании. Студенты второго и третьего курсов специальностей «Программная инженерия» и «Информатика и технологии программирования» в рамках дисциплины «Разработка пользовательских интерфейсов» начинают изучение технологий создания сайтов с Front-end части сайта – разработки интерфейса, который видит пользователь, с использованием HTML5, CSS3, JavaScript. Back-end – программирование серверной части, которая отвечает за обработку данных, взаимодействие с базами данных, логику аутентификации и авторизации, API (Application programming interface) и многое другое, изучается в рамках дисциплин «Web-технологии» и «Современные технологии разработки web-приложений».

Разработка front-end и back-end частей web-приложений на проектах ведется параллельно. Back-end-разработчикам необходим инструмент, который помогает разработчикам тестировать и отлаживать API, не имея визуальной части. Одним из таких инструментов является Postman – мощное приложение, которое стало незаменимым для многих back-end-разработчиков. Рассмотрим, почему Postman так важен и какие возможности он предоставляет.

Postman – это платформа для разработки API, которая позволяет разработчикам легко отправлять запросы к серверу, получать ответы и тестировать функциональность API. С помощью Postman можно работать с различными типами запросов (GET, POST, PUT, DELETE, PATCH и другие), а также управлять заголовками, параметрами и телом запроса.

Основные преимущества Postman.

1. *Удобный интерфейс.*

Postman предлагает интуитивно понятный графический интерфейс, который позволяет быстро настраивать запросы и просматривать ответы. Это особенно полезно для новичков, которые могут не знать, как работать с командной строкой или писать сложные скрипты для тестирования.

2. *Тестирование API.*

С помощью Postman можно создавать тесты для проверки функциональности API. Это позволяет убедиться, что все работает корректно, и помогает в обнаружении ошибок на ранних стадиях разработки.

3. *Документация.*

Postman автоматически генерирует документацию для API, что упрощает процесс обмена информацией между разработчиками и другими участниками проекта. Хорошо оформленная документация позволяет быстрее понять, как использовать API, что особенно важно для новых членов команды или внешних пользователей.

4. *Коллекции и среды.*

Postman позволяет организовывать запросы в коллекции и настраивать разные среды (например, для разработки, тестирования и продакшена). Возможность организовывать запросы в коллекции позволяет структурировать работу и легко находить нужные запросы. Можно группировать запросы по функциональности или по проектам, что делает работу более организованной. Это позволяет легко переключаться между различными настройками и тестировать API в разных условиях.

5. *Интеграция с CI / CD.*

Postman можно интегрировать с системами непрерывной интеграции и развертывания (CI/CD), что позволяет автоматизировать тестирование API и улучшить процесс разработки.

6. *Поддержка командной работы.*

Postman предоставляет возможности для совместной работы, позволяя нескольким разработчикам работать над одним проектом, делиться коллекциями и тестами, что значительно ускоряет процесс разработки.

7. *Мониторинг API.*

С помощью Postman можно настраивать мониторинг API, который будет периодически отправлять запросы и проверять, что API работает корректно. Это помогает своевременно выявлять проблемы и реагировать на них до того, как они повлияют на пользователей.

Рассмотрим пример использования Postman для тестирования запроса на отправку данных простой формы, представленной на рисунке 1.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМОБИЛЕ

Марка	Toyota	Год выпуска	Апрель 2025
Цвет		Фото на сайте	http://www.mysite.by
Тип кузова	Седан	Объем двигателя	1600
Тип двигателя		Трансмиссия	
☒ Бензин ☐ Дизель ☐ Электро		☒ Автомат ☐ Механика	
Отправить			

Рисунок 1 – Форма для отправки данных

Пока front-end-разработчики занимаются проектированием формы, back-end-разработчики имеют возможность тестировать API, используя Postman, не имея визуального представления формы, а лишь зная те переменные, в которые будут записаны данные при отправке формы, заполнив тело POST-запроса данными, показанными на рисунке 2.

На рисунке 3 представлен результат выполнения POST-запроса.

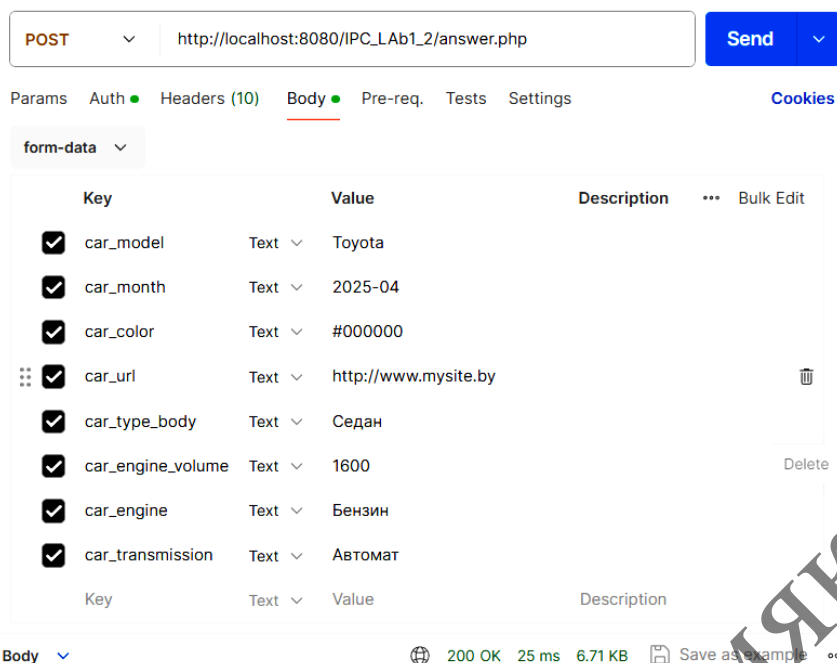


Рисунок 2 – Пример формирования POST-запроса на отправку формы

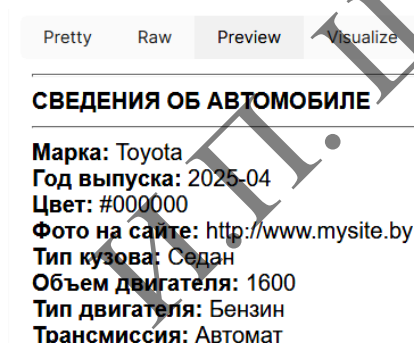


Рисунок 3 – Результат выполнения POST-запроса на отправку формы

Закключение. Postman стал неотъемлемой частью рабочего процесса многих back-end разработчиков благодаря своим множеству функций и удобству использования. Он не только облегчает тестирование и отладку API, но и способствует лучшему взаимодействию в команде и упрощает документацию. Postman позволяет разработчикам сосредоточиться на создании качественного кода, минимизируя время, затрачиваемое на тестирование и отладку. На собеседованиях при поступлении на работу практически всегда проверяют знания IT-специалистов, связанные со знанием различных инструментов тестированием программного обеспечения, одним из которых и является Postman. Изучение средств тестирования программного обеспечения является актуальным направлением, которое должно входить в основные образовательные программы подготовки IT-специалистов.

УДК 378: 371.3

О.Ф. Смолякова

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ

В статье рассмотрены отдельные аспекты научно-методического обеспечения методической подготовки педагогов-инженеров с учетом особенностей организации образовательного процесса в условиях цифровизации профессионального образования

Ключевые слова: научно-методическое обеспечение, цифровизации профессионального образования, функции научно-методического обеспечения.

Введение. Одним из приоритетных направлений научных исследований в сфере цифрового профессионального образования является теоретическое обоснование и разработка соответствующего научно-методического обеспечения и средств обучения. Особую актуальность эта задача приобретает при подготовке преподавателей и мастеров производственного обучения для учреждений среднего специального образования Республики Беларусь, поскольку отдельные компоненты научно-методического обеспечения образовательного процесса одновременно являются и образцом дидактических средств для их будущей профессиональной деятельности.

Научно-методическое обеспечение подготовки инженерно-педагогических кадров осуществляется с целью повышения качества образовательного процесса посредством предоставления его участникам материалов, необходимых для освоения образовательных программ. По сути термин «научно-методическое обеспечение» заменил термин «методическое обеспечение», которой долгое время используется в педагогике и рассматривается как процесс и как результат. Методическое обеспечение в процессуальном контексте можно рассматривать как деятельность по созданию оптимальной системы учебно-методической документации и средств обучения, необходимых для эффективной организации образовательного процесса в рамках времени и содержания, определяемых профессиональной образовательной программой [1]. Она включает также совокупность действий по апробации, экспертизе и внедрению в практику более эффективных образовательных моделей, методик, технологий, средств обучения. В этом плане методическое обеспечение направлено на постоянное обновление содержания образовательной программы в зависимости от запросов государства, социума, заказчиков кадров.

Методическое обеспечение как результат представляет собой интегративную информационную модель, содержащую системное описание образовательного процесса, который впоследствии будет реализован на практике, задающую структуру образования и отображающую соответствующим образом ее содержательно-организационные компоненты, и обеспечивающая управление содержанием образования и процессом когнитивной деятельности обучающихся посредством регламентации применения методических ресурсов [2]. С этой позиции, методическое обеспечение может рассматриваться как совокупность всех учебно-методических документов (учебных планов, учебных программ, методик, учебных пособий и т. д.), представляющих собой проект образовательного процесса и составленных в виде учебно-методических комплексов по отдельным дисциплинам.

Наше исследование направлено на конкретизацию сущности научно-методического обеспечения методической подготовки педагогов-инженеров в условиях цифровизации профессионального образования. Основной целью научно-методического обеспечения является создание условий для реализации требований образовательных стандартов специальности «Профессиональное обучение», совершенствование содержания дисциплин методического цикла, создание учебно-методических материалов для обеспечения образовательного процесса и достижение необходимого качества подготовки преподавателей общетехнических и специальных дисциплин и мастеров производственного обучения. Разработка научно-методического обеспечения позволяет осуществить систематизацию нормативных документов, методических материалов и средств обучения; развивать творческий потенциал студентов; интенсифицировать образовательный процесс в учреждениях профессионального образования и др. В этом плане научно-методическое обеспечение является дидактическим средством управления подготовкой специалистов, комплексной информационной моделью педагогической системы, задающей структуру и отображающей ее элементы [2].

Основываясь на результаты научных исследований, учитывая особенности подготовки инженерно-педагогических кадров, выделим следующие функции научно-методического обеспечения:

дидактическая, ориентированная на формирование знаний и развитие умений специалистов в системе профессионального образования, необходимых для осуществления профессиональной деятельности;

трансформационная, связанная с педагогической переработкой определенного объема научно-теоретических, технико-технологических, специальных и других знаний для их последующего включения в учебно-методические комплексы в качестве содержания образования;

систематизирующая, обеспечивающая строгую последовательность изложения учебного материала в соответствии с учебной программой и обеспечение всех видов учебной деятельности студентов;

информационная, направленная на фиксацию предметного содержания профессионального образования и видов деятельности, которые должны быть сформированы у обучающихся;

интегрирующая, способствующая формированию у студентов целостного профессионального знания, приобретённого ими в процессе разных видов деятельности, из разных источников;

диагностическая, направленная на выявление проблемных точек в образовательном процессе;

коррекционная – направлена на совершенствование образовательной программы подготовки специалиста, а также на коррекцию знаний и умений обучающихся [3].

Анализ образовательной ситуации и запросов заказчиков кадров показал, что создание научно-методического обеспечения необходимо осуществлять с учетом основных тенденций развития профессионального образования, усиления практико-ориентированной направленности обучения, использования современных технологий моделирования профессиональной деятельности инженерно-педагогических кадров и перенесение их в образовательный процесс. Особое внимание уделять проектированию специфических педагогических средств. Направленных на развитие профессиональных и личностных компетенций студентов.

В условиях цифровизации профессионального образования при разработке научно-методического обеспечения необходимо учитывать закономерности и тенденции развития цифрового образовательного пространства. Отметим некоторые из них:

- цифровая образовательная среда, насыщенная многообразными образовательными ресурсами, неограниченными по номенклатуре и содержанию создает условия для увеличения доли самостоятельной работы в обучении, что предполагает наличие у студентов готовности самостоятельно организовывать и мотивировать процесс своего учения;

- в условиях цифровизации образования возрастает роль педагогических технологий, основанных на собственной активности обучающихся, интерактивной коммуникации, командной работе, групповой и индивидуальной рефлексии, таких как проектная деятельность обучающихся, игровые технологии обучения, решение кейсов, групповые дискуссии и обсуждения и т. д., которые позволяют формировать у студентов комплекс социальных компетенций, необходимых в условиях цифрового общества;

- повышение роли структурирования учебной деятельности, предполагающей повышение степени её интеллектуальной ёмкости и творческого характера, благодаря автоматизации рутинных операций;

- создание условий для развития деятельностного содержания обучения, где основным источником содержания выступают способы профессиональной, коммуникативной, организационной, практической и другой деятельности, заданные образовательными стандартами. Цифровые технологии позволяют сделать более технологичным и педагогически эффективным процесс освоения заданных деятельностных образцов, повысить мотивацию к их освоению за счёт диагностичной обратной связи;

- повествовательный способ подачи учебного материала в условиях цифрового образовательного процесса перестаёт быть педагогически результативным, преобладание у обучающихся преимущественно инфографического, наглядно-логического, вероятностного, интуитивного мышления, позволяющего быстрое решение сложных, комплексных задач в условиях заведомой неполноты информации, что оказывается крайне востребованным в современных условиях [4].

Осуществление научно-методического обеспечения на основе результатов фундаментальных и прикладных научных исследований в области профессионального образования позволяет разработать научно обоснованную систему дидактических средств обучения, созданную в целях наиболее полной реализации образовательных задач подготовки инженерно-педагогических кадров. Успешность профессиональной подготовки во многом определяется качеством проектирования разных уровней и компонентов её научно-методического обеспечения.

Создание научно-методического ресурса для методической подготовки педагогов-инженеров предполагает специально организованную деятельность, направленную на практическую подготовку студентов к решению профессиональных задач в условиях цифровизации и реализации новых образовательных стандартов профессионально-технического и среднего специального образования: проводить анализ учебно-программной документации, выполнять логико-дидактический анализ содержания учебного материала, учебника, разрабатывать различные формы предъявления учебного материала, разрабатывать комплексные методические приемы теоретического и практического обучения, организовывать цифровую образовательную среду на уроке и др. Освоение студентами средств и методов профессиональной деятельности на основе актуализации мотивов личностного и профессионального развития и формирование специальных навыков, способностей, готовности к их творческой реализации в процессе практической профессиональной деятельности составляет содержание научно-методического обеспечения методической подготовки.

В общем можно резюмировать, что научно-методическое обеспечение методической подготовки педагогов-инженеров является комплексной и разносторонней деятельностью по научному обоснованию, организации и управлению, информационной поддержке образовательного процесса, предполагающего освоение обучающимися важных для результативной профессиональной деятельности компетенций.

Список использованных источников

1. Сопин, В.И. Научно-организационное и научно-методическое обеспечение дополнительного профессионального образования / В.И. Сопин // Человек и образование. – 2014. – № 4 (41). – С. 43–48.
2. Лаврентьева, М.А. Сущность и структура научно-методического обеспечения профессиональной подготовки дефектологических кадров / М.А. Лаврентьева, О.С. Гришина // Современные наукоемкие технологии. – 2024. – № 5. – С. 349–355.

3. Нефедова, Н.А. Научно-методическое обеспечение процесса проектирования апостериорных моделей / Н.А. Нефедова // Педагогический журнал. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 730–739.

4. Блинов, В.И. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения / В.И. Блинов, М.В. Дулинов, Е.Ю. Есенина, И.С. Сергеев. – М. : Перо, 2019. – 72 с.

УДК 377

К.В. Шленкин¹, Т.М. Шленкина², М.В. Семиниченко¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА ПО ПРОГРАММАМ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье авторами рассмотрены некоторые трактовки, составленные разными авторами о понятии «современные методы обучения»; разработаны методические рекомендации, содержащие в себе перечень современных методов обучения, которые позволяют обучающимся приобретать необходимые практические и теоретические навыки, умения и знания; представлены результаты проведенного педагогического эксперимента на занятиях по дисциплине общепрофессионального цикла ОП.04 «Живопись с основами цветоведения».

Ключевые слова: методы обучения, общепрофессиональные дисциплины, методические рекомендации, образовательные программы среднего профессионального образования, эксперимент, уровень заинтересованности.

Введение. Одной из злободневных проблем современной педагогики является снижение заинтересованности студентов в обучении. Высокая конкуренция на рынке труда дизайнеров, доступность информации в интернете, развитие искусственного интеллекта требуют пересмотра традиционных педагогических методов. Отсутствие адаптации методов преподавания к современным реалиям приводит к снижению заинтересованности в процессе обучения, что, в свою очередь, негативно сказывается на уровне подготовки выпускников и их востребованности на рынке труда. Этим обуславливается актуальность данной проблемы [1].

Вопрос применения современных методов обучения в системе среднего профессионального образования рассматривается в работах многих отечественных исследователей. В статье таких авторов, как Лукичев А.Н., Чечелев В.Н., Янгез Д.И., Зимин С.В. Цветкова Е.А., Колесникова Е.С. [2] рассматриваются современные методы и инновации в преподавании дисциплин общепрофессионального цикла по программе среднего профессионального образования (метод круглого стола, ролевые игры, метод анализа ситуаций и т. д.). Однако не приведен опыт практического внедрения современных методов в реальных образовательных учреждениях.

Несмотря на наличие определённой теоретической базы, многие аспекты темы остаются недостаточно изученными. В частности, пока недостаточно изучены вопросы эффективности внедрения современных методов обучения с точки зрения повышения мотивации и заинтересованности студентов. Несмотря на существующую базу исследований, посвященных данной проблематике, научная разработанность темы остается недостаточной. В связи с этим дальнейшее изучение современных методов обучения в рамках общепрофессиональных дисциплин представляется актуальным и востребованным.

Методической основой исследования послужили труды российских и зарубежных ученых, научные статьи, материалы периодической печати и научных конференций в области применения современных методов обучения. Среди ученых и исследователей, труды которых легли в основу данной работы, можно выделить таких, как Выготский Л.С., Эльконин Д.Б., Карелова Р.А., Касимов Ш.У., Савельева Д.В., Сластенин В.А., Столяренко Л.Д., Чермит К.Д., Шатрова Т.О. и другие [3].

Исходя из вышесказанного, было принято решение разработать методические рекомендации по применению современных методов обучения для обучающихся по специальности СПО, способствующих повышению заинтересованности студентов при изучении дисциплины ОП.04 «Живопись с основами цветоведения» по специальности СПО 54.02.01 «Дизайн (по отраслям)». Рекомендации представляют интерес для образовательных организаций, занятых вопросами практической и теоретической подготовки обучающихся по основным образовательным программам среднего профессионального образования и могут быть применены педагогами для создания учебных курсов и тренингов [4; 5].

В основу данных рекомендаций легла опытно-экспериментальная работа, проведенная в Областном государственном бюджетном профессиональном образовательном учреждении «Ульяновский

колледж культуры и искусства». В ходе исследования были изучены существующие методы преподавания, выявлены их сильные и слабые стороны, а также апробированы современные методы обучения, направленные на повышение заинтересованности к изучению учебного материала.

В методические рекомендации включены:

1. Анкета для студентов: уровень заинтересованности при изучении дисциплины «Живопись с основами цветоведения» «Анкета 1 ДО» и «Анкета 2 ПОСЛЕ».

2. Критерии оценки заинтересованности студентов:

– краткие этапы применения современных методов обучения: этап 1. Диагностика уровня заинтересованности студентов; этап 2. Анализ результатов; этап 3. Подготовительный этап; этап 4. Внедрение современных методов обучения; этап 5. Контроль и анализ эффективности изменений;

– рекомендации по применению современных методов обучения таких, как: *игровой метод с использованием современных технологий* (деловые игры на выполнение заказа от нейросети в роли заказчика; ролевая игра на выполнение заказа от ИИ в роли писателя; ролевая игра «Головоломка»); *метод виртуальных занятий* (занятия с посещением виртуальных галерей и музеев); *метод кейс-стади* (разбор пейзажных работ, света, тени, композиции; разбор цветовых гармоний; разбор натюрмортных постановок, света, цвета и композиции), например: *выполнение краткосрочных упражнений на работу с цветом в техниках работы с гуашью. (Размер листа А 4, А 3 гуашь). Кейс 1. Разбор цветовых гармоний. Команда 1.*

Задание 1 (рисунок 1): написать название цветовых гармоний, представленных на картинках (комплиментарная, аналогия); написать цветовые сочетания с этими же гармониями, но другими цветами. После выполненных заданий коллективное обсуждение со студентами цветовых гармоний в природе.



Рисунок 1 – Цветовые гармонии в природе

3. Планы-конспекты занятий.

Средства для проведения опытно-экспериментальной работы: онлайн площадка «Виртуальный Пушкинский», чат-боты с искусственным интеллектом, такие как ChatGPT, DeepSeek и Шедеврум, анализ анонимного анкетирования студентов Ульяновского колледжа культуры и искусства до и после проведения эксперимента. В эксперименте приняло участие 17 студентов 2 курса группы 2 ДИЗ, обучающихся по специальности СПО 54.02.01 «Дизайн (по отраслям)».

Опытно-экспериментальная работа проводилась в три этапа. Первый этап экспериментальной работы – констатирующий. На первом этапе проводилось анонимное анкетирование и диагностика результатов на основе таблицы критериев на выявление уровня заинтересованности студентов к изучению дисциплины «Живопись с основами цветоведения», в группе обучающихся 2 ДИЗ. Результаты констатирующего этапа эксперимента представлены на рисунке 2 [6; 7].

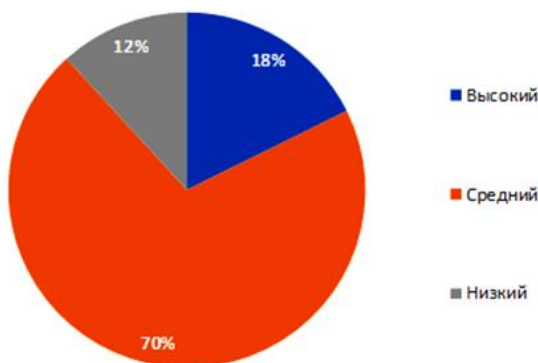


Рисунок 2 – Уровень заинтересованности студентов до проведения опытно-экспериментальной работы

По итоговой сумме баллов был определён уровень заинтересованности студентов к дисциплине – высокий, средний или низкий. Результаты показали, что основная часть обучающихся (12 человек, или 70,6 %) продемонстрировала средний уровень заинтересованности. При этом важно отметить, что 7 из этих 12 студентов находятся ближе к низкому уровню (набирая от 17 до 18 баллов), что указывает на поверхностную заинтересованность. Высокий уровень заинтересованности выявлен у 3 студентов (17,6 %), что указывает на наличие мотивированных обучающихся, уверенно воспринимающих дисциплину как интересную. Низкий уровень проявили 2 студента (11,8 %), что может быть сигналом о выраженных трудностях в обучении или отсутствии личной заинтересованности к предмету.

Второй этап экспериментальной работы – формирующий.

На втором этапе эксперимента сначала были разработаны планы-конспекты занятий по дисциплине ОП.04 «Живопись с основами цветоведения» с акцентом на применение современных методов обучения. В ходе работы использовались метод виртуальных занятий – использование цифровых платформ и интерактивных визуализаций; игровой метод с применением современных технологий – это использование игровых ситуаций (ролевых или деловых игр), в которых искусственный интеллект может выступать в различных ролях: заказчика, критика, маркетолога, помощника по творческим заданиям и в других ролях; метод кейс-стади – анализ учебных ситуаций с целью выработки решений и закрепления знаний посредством разбора и обсуждения ситуаций. Затем были проведены занятия, на которых апробировались данные методы.

Третий этап экспериментальной работы – контрольный, заключительный этап, выполнен после проведения всех занятий с помощью повторного анонимного анкетирования студентов Результаты представлены на рисунке 3.

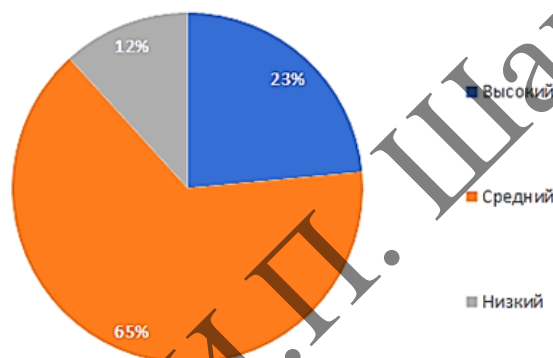


Рисунок 3 – Уровень заинтересованности студентов после проведения опытно-экспериментальной работы

Анализ результатов анкетирования после проведения опытно-экспериментальной работы показал рост заинтересованности к изучению дисциплины ОП.04 «Живопись с основами цветоведения». Использование современных методов обучения, таких как кейс-стади, виртуальные экскурсии и игровой метод с использованием искусственного интеллекта, повышает заинтересованность студентов к изучению дисциплины ОП.04 «Живопись с основами цветоведения» и стимулирует развитие профессиональных компетенций. Результаты опытно-экспериментальной работы послужили основой для разработки методических рекомендаций по применению современных методов обучения при подготовке специалистов по программам среднего профессионального образования. Таким образом, результаты исследования представляют собой фундамент для методической поддержки преподавателей СПО и дальнейшего совершенствования образовательной среды. Это способствует улучшению качества образования, профессиональному развитию студентов, и, как следствие, повышению их карьерных возможностей.

Список использованных источников

1. Сластенин, В.А. Педагогика / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов ; под общ. ред. В.А. Сластенина. – М. : Академия, 2002. – 576 с.
2. Антони, М.А. Интерактивные методы обучения как потенциал личностного развития студентов / М.А. Антони // Психология обучения. – 2010. – № 12. – С. 53–63.
3. Гайнеев, Э.Р. Формирование организационно-управленческих компетенций будущего рабочего, или как подготовить мастера / Э.Р. Гайнеев // Профессиональное образование и рынок труда. – 2020. – № 3. – С. 4–8.
4. Шленкин, К.В. Особенности применения современных дидактических средств обучения в подготовке специалистов среднего звена / К.В. Шленкин, М.В. Короткова, Т.М. Шленкина, А.К. Шленкин // Профессиональное обучение: теория и практика : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. актуальным вопросам профессионального и технологического образования в современных условиях, 3 окт. 2023 г. – Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2023. – С. 177–189. – URL: <https://www.uispu.ru/upload/ROTP.pdf> (дата обращения: 15.06.2025). – Текст: электронный.

5. Шленкин, КБ. Реализация интерактивных методов обучения в процессе профессиональной подготовки обучающихся / КБ. Шленкин, МБ. Короткова, Т.М. Шленкина, А.К. Шленкин // Профессиональное обучение: теория и практика : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. актуальным вопросам профессионального и технологического образования в современных условиях, 3 окт. 2023 г. – Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2023. – С. 190–205. – URL: <https://www.uispu.ru/upioad/POTR.pdf> (дата обращения: 15.06.2025). – Текст: электронный.

6. Шленкин, КБ. Реализация технологии развития критического мышления в подготовке обучающихся по специальностям СПО / КБ. Шленкин, Т.М. Шленкина, К.С. Строченкина // Профессиональное обучение: теория и практика : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Актуальным вопросам профессионального и технологического образования в современных условиях, 3 окт. 2023 г. – Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2023. – С. 243–252. – URL: <https://www.uispu.ru/upioad/POTR.pdf> (дата обращения: 15.06.2025). – Текст: электронный.

7. Шленкина, Т.М. Инструмент оценки личностных результатов обучающихся – портфолио / Т.М. Шленкина, КБ. Шленкин // Профессиональное обучение: теория и практика : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. актуальным вопросам профессионального и технологического образования в современных условиях, Ульяновск, 1 мая – 30 июня 2018 г. – Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2018. – С. 113–118.

УДК 331.361

Е.А. Шутова

Мозырский государственный педагогический университет имени И.Н. Шамякина

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье представлены основные результаты исследования форм организации и технологий, способствующих повышению уровня мотивации студентов, предложена модель формирования учебной мотивации студентов.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, учебная мотивация, проектно-конструкторская деятельность, информационные технологии.

Введение. Одной из ключевых задач высшего образования является повышение учебной мотивации студентов, поскольку высокий уровень мотивации способствует улучшению эффективности и качества учебного процесса. Вопрос мотивации в обучении напрямую связан с качеством учебной деятельности. Мотивы, движущие учебной деятельностью, в значительной степени формируют отношение студентов к решению профессиональных задач, создавая условия для успешной и результативной работы [1].

Учебная мотивация, с нашей точки зрения, является важным компонентом учебного процесса, который активизирует учебную деятельность и способствует развитию творческого потенциала будущих инженеров при решении различных профессиональных задач. Мы разработали модель, которая помогает повысить уровень мотивации студентов в рамках курса «Организация и управление строительного производства», переходя от технологий запоминания к творческому обучению, развивая активное мышление и умение самостоятельно решать нестандартные задачи с использованием современных информационных технологий.

Включение в учебный процесс творческих и интегрированных задач позволяет студентам развивать основные и профессиональные навыки, формулировать проблемы, строить гипотезы и планировать действия для решения задач, а также применять научные методы исследования в новых ситуациях. Результаты работы показали, что использование различных форм организации и технологий мотивации учебной деятельности открывает новые подходы к организации занятий, стимулируя студентов к активному участию [2].

Изменения в социально-производственной среде повлияли на функции инженеров-строителей, расширив их обязанности и требуя высоких навыков работы с информационными технологиями. Поэтому подготовка студентов по специальности «Инженерно-педагогическая деятельность, профилизация: строительство» должна включать формирование профессиональных умений и навыков проектно-конструкторской деятельности с использованием информационных технологий.

Практические занятия по дисциплинам «Организация и управление строительного производства» и «Экономика строительного производства» основываются на компетентностном подходе, где задания формулируются на основе определённых задач и целей, предполагая обсуждение различных вариантов

решения. Однако для успешного выполнения таких заданий необходимы знания основ автоматизированного проектирования.

Цель нашего исследования заключается в демонстрации студентам связи информационных технологий с учебным планом дисциплины и их практического применения в профессиональной деятельности инженеров-строителей, что, в свою очередь, способствует повышению уровня мотивации. Часть заданий имеет творческий характер, что позволяет развивать профессиональную компетентность в проектно-конструкторской деятельности с использованием информационных технологий.

Методика работы с творческими заданиями включает анализ содержания задания, определение методов и планов выполнения. В случае возникновения затруднений преподаватель задаёт наводящие вопросы, чтобы помочь студентам найти правильное направление решения.

Например, в одном из заданий студент должен разработать и распечатать паспорт строительного объекта, размещаемый на выходе со строительной площадки. Получив данное задание, студент должен осознать, что от него требуется: первое, разработать паспорт строительного объекта; второе, распечатать паспорт строительного объекта в соответствии с требованиями. СН 1.03.04 – 2020 «Организация строительного производства». Далее, определить какую программу использовать для создания паспорта, и в зависимости от этого какими средствами и в какой последовательности пользоваться. Если появляются трудности при выполнении задания, то в зависимости от того, на каком этапе, преподаватель может задать, например, такие вопросы. Какие модели хотелось бы использовать при разработке паспорта? Что будет отображать паспорт? С помощью каких программ возможно это сделать? С помощью каких программ легче? И т. д.

Внеаудиторная работа студентов должна быть организована так, чтобы она была интересной и способствовала развитию творческих способностей и углублению знаний в области информационных технологий и профессиональной деятельности, увеличивая при этом уровень мотивации.

Согласно новым образовательным стандартам, обучение должно ориентироваться на активное участие студентов в поиске и осмыслении информации и новых знаний. Это связано с тем, что профессионально значимые качества специалиста зависят не только от объема знаний, но и от способности их обновлять, решать профессиональные задачи и эффективно использовать современные информационные технологии.

Развитие творческих способностей и навыков самостоятельного поиска информации осуществляется в рамках занятий, посвященных проекту «Организация строительной площадки». Работа над проектом побуждает студентов к глубокому изучению темы, освоению новых программ и развитию различных навыков. Проекты могут выполняться индивидуально или в группах, что способствует взаимной активности и повышает эффективность учебного процесса. Студентам предоставляется примерная структура проекта, но они могут вносить изменения, главное – раскрыть тему. В течение изучения дисциплины студенты работают над своими проектами, а затем проходит их защита на одном из последних занятий.

В результате такой организации занятий студенты овладевают современными информационными технологиями применительно к своей специальности; получают возможность выйти на компьютерную разработку и оформление курсовых работ и проектов, выпускной квалификационной работы; показывают высокий уровень заинтересованности в получении образования. Использование компетентностного подхода в подготовке инженеров-строителей способствует формированию их профессиональной компетентности в проектно-конструкторской деятельности с применением информационных технологий.

Список использованных источников

1. Ильин, Е.П. Мотивация и мотивы / Е.П. Ильин. – СПб. : Питер, 2002. – 512 с.
2. Киричек, К.А. Подготовка студентов строительных техникумов в области информационных технологий [Электронный ресурс] / К.А. Киричек // Современная педагогика. – 2015. – № 2. – Режим доступа: <https://pedagogika.snauka.ru/2015/02/3276>. – Дата доступа: 10.12.2024.

УДК 378.147.091.33 – 027.22

С.Н. Щур

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КАК ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА В УСЛОВИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Становление и развитие системы инженерно-педагогического образования в суверенной Республике Беларусь является результатом плодотворной деятельности инженерно-педагогического сообщества, с учётом использования лучшего отечественного и ассимилированного опыта подобной подготовки специалистов. Важную роль в интегрированной подготовке инженера-педагога занимает практическая

готовность будущего специалиста к предстоящей самостоятельной деятельности, которая является продолжением теоретического обучения, с учётом решения практико-ориентированных задач. Подготовка будущего инженера-педагога определяет комплексность его фундаментальных основ общеинженерной и психолого-педагогической компетенций, гармонизированных в профессиональной образовательной траектории. В статье делается вывод о том, что при взаимообусловленности очерёдности теоретической и практической подготовки будущего инженера-педагога появляется возможность научно обоснованного сокращения сроков его подготовки, с сохранением его конкурентоспособности и способности выполнять социальный заказ по воспроизводству профессиональных кадров как в системе профтехобразования, так и на производстве.

Ключевые слова: высшее инженерно-педагогическое образование, деятельность инженера-педагога, матрица компетенций, практическая подготовка, специфика видов практики инженера-педагога.

Введение. В Республике Беларусь реализуется национальная программа, направленная на совершенствование качества образования, системную организацию учебно-воспитательного процесса в учебных заведениях, что обусловлено необходимостью обеспечения учебных заведений высококвалифицированными учительскими, а в отношении учебных заведений университетского типа – преподавательскими кадрами.

Становление преподавателя, в частности инженера-педагога, происходит в ходе профессиональной подготовки в профильном вузе или по профильной специальности, в процессе которой у будущего специалиста формируются основы общекультурной и специальной подготовки, углубленной психолого-педагогической и методической готовности обучаемых к предстоящей самостоятельной деятельности.

Деятельность инженера-педагога связана с такой сложной совокупностью свойств и взаимоотношений, которыми он оперирует в своей практической деятельности, как “человек-человек и человек-техника”. Поэтому, с одной стороны, такой специалист в высшем учебном заведении осваивает предметы и средства производительного труда по той профессии, по которой он будет обучать будущего рабочего, с другой стороны, овладевает методиками обучения учащихся, психолого-педагогическими основами будущей профессии. То есть подготовку инженера-педагога, в отличие от учителя школы, необходимо вести комплексно и как педагога, и как инженера, гармонично сочетая общенаучные, инженерные, психолого-педагогические и методические знания.

При такой гармонизированной образовательной траектории:

- фундаментальная психолого-педагогическая подготовка, обеспечивает становление студента как профессионала-педагога, с освоением им профессиональных компетенций, необходимых для обучения и воспитания учащихся;

- фундаментальная общеинженерная подготовка позволяет инженеру-педагогу на современном научном уровне вести обучение будущих рабочих избранной специальности с широким профессиональным диапазоном, то есть уметь разрабатывать производственно-технологическую документацию; обеспечивать и обслуживать производственный процесс в учебных мастерских, если потребуется, на производстве, оснащать и обслуживать материально-техническую базу лабораторий, кабинетов, учебных мастерских; осваивать новые технологические процессы и технику и т. п.

Такая комплексная подготовка позволяет сформировать инженера-педагога высокой культуры с фундаментальными знаниями, социально мобильного, с широкой профессиональной подготовкой, способного воссоздавать и развивать производственно-педагогические системы по подготовке профессионально-технических работников как в учебных заведениях системы профтехобразования, так и на производстве.

При рассмотрении методологических оснований взаимосвязи инженерного и педагогического компонентов, выделяемых в структуре подготовки инженерно-педагогических кадров, можно руководствоваться подходами, представленными в исследованиях Пальчевского Б.В., Цырельчука Н.А., в которых представлен генезис становления и развития такой практики профессиональной подготовки в суверенной Республике Беларусь, а также предьявлены общие и специфические концептуальные основания интеграции инженерных и педагогического компонентов в подготовке будущих инженеров-педагогов [1; 2; 3].

Особое внимание при подготовке инженера-педагога уделяется повышению уровня их практической подготовки, которая является важным компонентом профессионального обучения студентов в вузе. Важность ее для будущих специалистов отмечали известные педагогические деятели и исследователи, а поиск ее рациональной структуры, содержания, оптимальных условий и фактов достижения высокой результативности не теряет актуальности и на сегодняшний момент.

Студенты инженерно-педагогического факультета проходят несколько видов практик, связанные с учетом двойности инженерного и педагогического профилей и спецификой их подготовки к самостоятельной деятельности в учебных заведениях системы профтехобразования:

- учебные и технологические практики, в процессе которых у студентов вырабатываются и совершенствуются умения и навыки по рабочим профессиям, получаемым согласно учебным модулям;

- педагогические практики, которые проводятся в условиях, максимально приближенных к профессиональной деятельности, в процессе которых студенты могут осмыслить закономерности и

принципы обучения и воспитания, поученные при изучении различных предметов общегуманитарного, психолого-педагогического циклов, а также овладеть профессиональными умениями и навыками, опытом практической деятельности. Своё видение организации и развивающего потенциала педагогической практики при подготовке инженерно-педагогических специалистов в высших учебных заведениях мы изложили в исследовании её эффективности [4; 5].

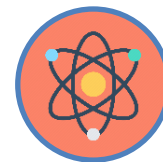
В ходе педагогических практик у студентов формируются не только умения и навыки организовывать и проводить учебную и воспитательную работу с учащимися системы профтехобразования, но и создаются положительные мотивы для их дальнейшей учебы в высшем учебном заведении. Прежде всего, это выражается в изменении взглядов студентов на значение психолого-педагогических и инженерных дисциплин в их будущей деятельности, повышается интерес к педагогической теории, который способствует более глубокому осмыслению закономерностей обучения и воспитания.

Исходя из вышеизложенного материала, можно сделать вывод о том, что практическая подготовка должна являться логическим продолжением теоретического обучения, которое в свою очередь должно решать практико-ориентированные задачи. Только при такой взаимообусловленности и взаимосвязи теоретической и практической подготовки можно осуществить научно обоснованное сокращение времени на профессиональное становление будущего специалиста как высококультурной, профессионально компетентной, саморазвивающейся личности и подготовить конкурентоспособного инженера-педагога, способного выполнять социальный заказ по воспроизводству профессиональных кадров.

Практическая область деятельности промышленного комплекса Республики Беларусь, с учётом потребностей экономики, позволяет расширить спектр профилей по подготовке инженерно-педагогических специалистов на уровне высшего профессионального образования. В своём исследовании Дирвук Е.П. [6, с. 136–137] выделил конкретные неосвоенные для системы высшего инженерно-педагогического образования важнейшие отрасли, в которых источником обучения кадров является собственно само производство. Такая форма практического обучения требует, как освоения научно-педагогических, научно-исследовательских компетенций, характерных для выпускников высшего профильного образования, так и открытия новых специальностей в структуре подготовки инженерно-педагогических кадров.

Список использованных источников

1. Пальчевский, Б.В. Проектирование новой парадигмы развития инженерно-педагогического образования / Б.В. Пальчевский // Теория и практика подготовки инженеров-педагогов : сб. науч. тр. / под ред. Б.В. Пальчевского. – Минск : Технопринт, 2002. – Вып. 2. – С. 27–40.
2. Цырельчук, Н.А. Инженерно-педагогическое образование на современном этапе развития профессиональной школы / Н.А. Цырельчук ; Министерство образования Республики Беларусь, Минский государственный высший радиотехнический колледж. – Минск : МГВРК, 2001. – 248 с.
3. Цырельчук, Н.А. Инженерно-педагогическое образование как стратегический ресурс развития профессиональной школы : монография / Н.А. Цырельчук ; Минский государственный высший радиотехнический колледж. – Минск : МГВРК, 2003. – 399 с.
4. Щур, С.Н. Развивающий потенциал педагогической практики будущих инженеров-педагогов : монография / С.Н. Щур ; под ред. Б.В. Пальчевского. – Минск : Технопринт, 2002. – 228 с.
5. Щур, С.Н. Познавательная направленность самостоятельной поисковой деятельности будущих инженеров-педагогов в структуре педагогической практики / С.Н. Щур // Теория и практика подготовки инженеров-педагогов : сб. науч. тр. / УО «Мозырский гос. пед. ун-т им. И.П. Шамякина» ; под общ. ред. В.В. Валетова. – Мозырь : УО МГПУ им.И.П. Шамякина, 2008. – С. 144–153.
6. Дирвук, Е.П. Перспективы развития системы высшего образования в Республике Беларусь / Е.П. Дирвук // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы IX Международной научно-методической конференции, Минск, 1–2 ноября 2018 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В.А. Богущ [и др.]. – Минск, 2018. – С. 136–139.



Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики

УДК 539.216.2:543.429.3

Н.Т. Беккалиева, С.Ф. Жалгасбаева, А.К. Жубаев
Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ СПЛАВОВ Fe-Cr

В данной работе проведено моделирование мессбауэровских спектров сплавов железа и хрома (Fe-Cr) с различным содержанием хрома. Рассчитана зависимость сверхтонких параметров спектров от концентрации атомов хрома в сплавах. Полученные результаты позволяют установить корреляцию между микроструктурой и спектральными характеристиками. Исследование имеет практическую ценность для прогнозирования фазово-структурных изменений в тонких слоистых системах Cr-Fe при термическом воздействии.

Ключевые слова: мессбауэровский спектр, железо, хром.

Введение. Сплавы железа и хрома (Fe-Cr) широко применяются в промышленности благодаря их высокой коррозионной стойкости и отличным механическим свойствам.

Мессбауэровская спектроскопия как метод является высокоэффективной при решении классических задач металловедения: определение фазового состава сталей и сплавов, изучение фазовых превращений, процессов атомного и магнитного упорядочения [1].

Целью настоящей работы является выявление закономерностей фазообразования в тонких слоистых системах железо-хром.

В работе [2] ряд сплавов системы Fe-Cr с содержанием хрома от 40 до 65 ат. % были изготовлены методом плавки в инертной атмосфере. После механической обработки образцы подвергались термическому отжигу при температуре 475 °С в течение различного времени (до 800 часов). Для изучения структурных изменений применялась мессбауэровская спектроскопия на ядрах ^{57}Fe . Спектры аппроксимировались с использованием модели распределения магнитных полей и изомерных сдвигов для определения состава и фазового состояния образцов. Были определены величины сверхтонкого магнитного поля H_h и изомерного сдвига δ_{Fe} для фаз, богатых железом, а также значения изомерного сдвига δ_{Cr} для фаз с большим содержанием хрома.

На рисунке 1 приведены зависимости сверхтонких параметров полученных спектров от содержания атомов хрома в сплавах. Для атомов в ферромагнитной фазе функции зависимости имеют вид: $H = 323.23 - 3.02 \times C_{\text{Cr}}$ и $\delta = 0.0098 - 0.0016 \times C_{\text{Cr}}$, соответственно. В то же время для парамагнитной фазы изомерный сдвиг δ_{Cr} (▼) практически неизменен.

Обработка мессбауэровских спектров выполнена с помощью программного комплекса MStools [3].

Используя значения сверхтонких параметров, полученных в работе [1], по методике [4] были моделированы мессбауэровские спектры сплавов хрома. На рисунке 2 представлены результаты моделирования. Для сравнения также показан спектр ядер ^{57}Fe в чистом α -Fe. Видно, что с увеличением концентрации хрома существенно уменьшается сверхтонкое магнитное поле на ядрах ^{57}Fe в ферромагнитной составляющей сплавов.

Замещение 1-го атома железа атомом хрома в ближайшем окружении атома железа элементарной ячейки в решетке α -Fe приводит к уменьшению сверхтонкого поля в мессбауэровском спектре на 28.7 кЭ [5].

В твердом растворе α -Fe(Cr) в ближайшем окружении атома Fe находится 8 соседних атомов. Если предположить, что атомы Cr могут равновероятно замещать позиции атомов Fe из ближайшего окружения, то можно рассчитать вероятность появления m атомов Cr в ближайшем окружении атома Fe, используя биномиальное распределение

$$P(m; C_{\text{Cr}}) = \frac{8!}{m! \times (8 - m)!} \times C_{\text{Cr}}^m \times (1 - C_{\text{Cr}})^{8-m}.$$

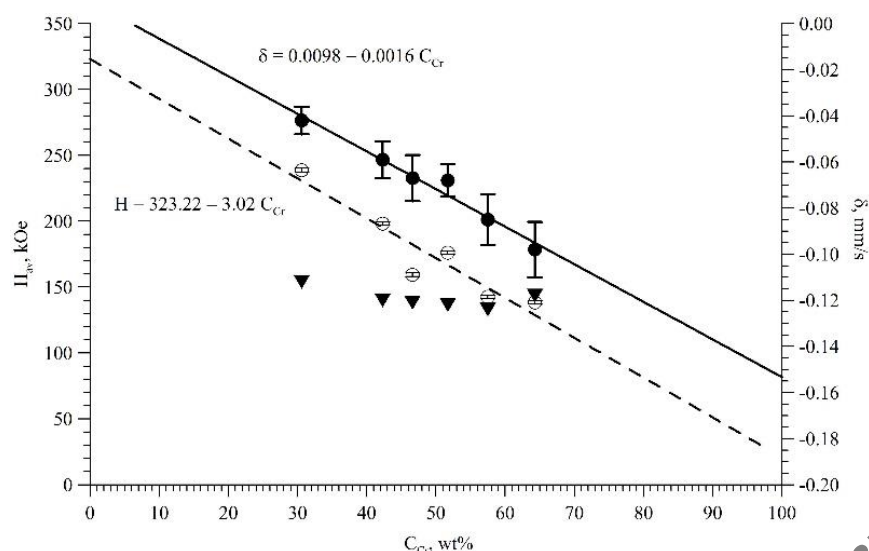


Рисунок 1 – Зависимости параметров H_n (○), δ_{Fe} (●) и δ_{Cr} (▼) от концентрации атомов хрома в сплавах

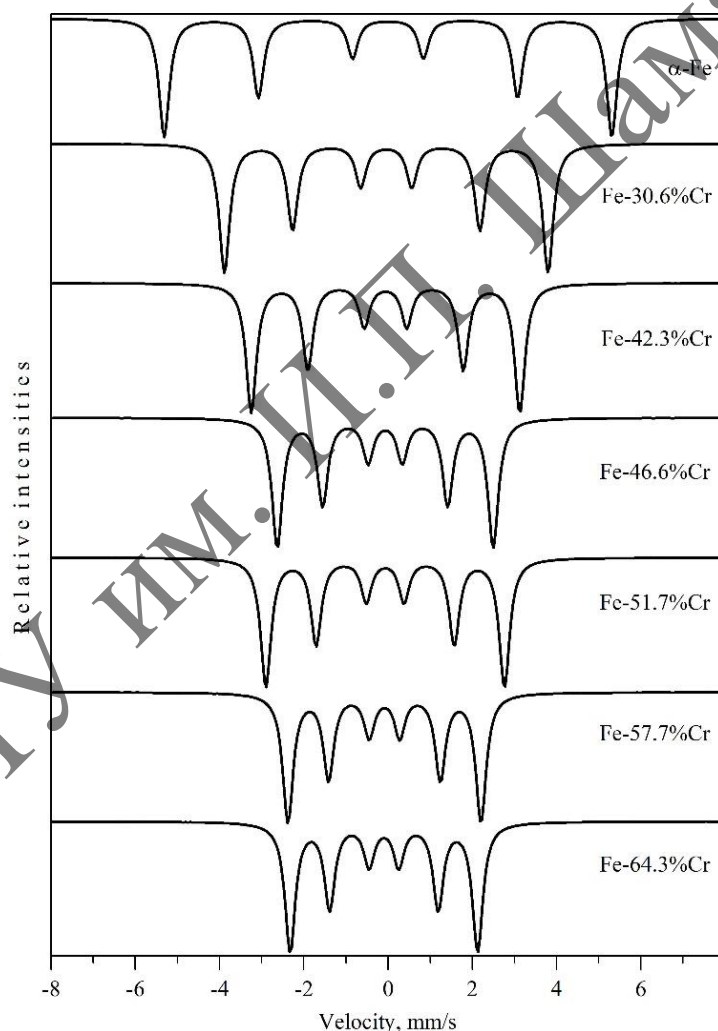


Рисунок 2 – Моделированные спектры сплавов железа с различным содержанием хрома

При этом каждой конфигурации ближайшего окружения соответствует свой парциальный спектр. В нашем случае были воссозданы спектры четырех конфигураций окружения атомов железа с магнитными полями H_0 (для элементарных ячеек без атомов хрома в окружении атома железа), H_1 (с 1 атомом Cr), H_2 (с 2 атомами Cr) и H_3 (с 3 атомами Cr) в предположении аддитивности вкладов в магнитное поле появления атомов хрома в первой координационной сфере мессбауэровского атома.

Были вычислены относительные интенсивности $I(m)$ всех парциальных спектров для твердого раствора Fe-18% ат.Сг. Используя методику [4], были смоделированы мессбауэровские парциальные спектры (рисунок 3): (a) – H_0 , (b) – H_1 , (c) – H_2 , (d) – H_3 , (e) – твердый раствор Fe-18% ат.Сг.

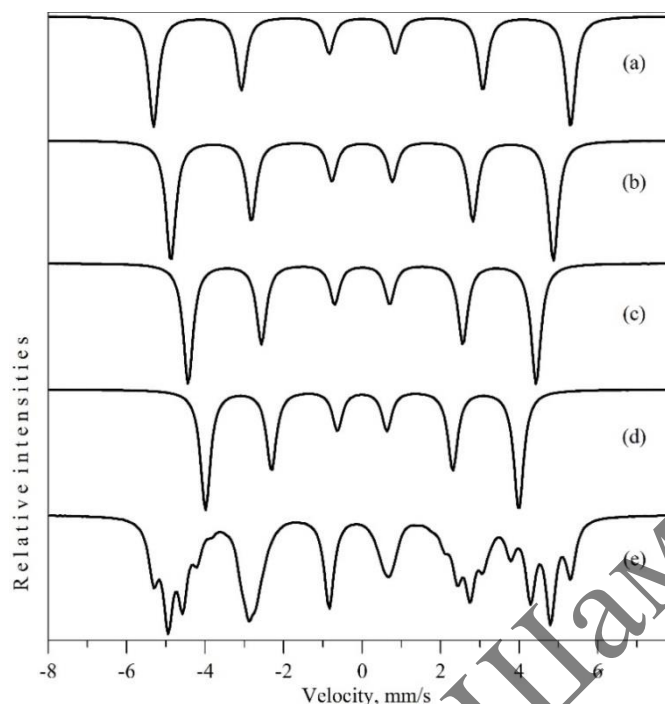


Рисунок 3 – Моделированные спектры ядер ^{57}Fe с различным числом атомов хрома в первой координационной сфере атома Fe (a-d) и спектр твердого раствора $\alpha\text{-Fe-18\%Cr}$ (e)

Таким образом, в результате проведенных расчетных исследований концентраций компонентов в слоистой системе Cr-Fe и вероятностей заполнения разных конфигураций окружения атомов железа в твердом растворе были сформированы модели парциальных спектров, которые позволили смоделировать спектр твердого раствора $\alpha\text{-Fe-18\%Cr}$.

Список использованных источников

1. Литвинов, В.С. Мессбауэровская спектроскопия в металлофизике : учеб. пособие / В.С. Литвинов, А.В. Литвинов. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007. – 130 с.
2. Waanders, F.B. Mossbauer parameters for high-chromium steels / F.B. Waanders, H. Pollak, S.W. Vorster // *Hyperfine Interactions*. – 1998. – № 3. – P. 281–284.
3. Русаков, В.С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем / В.С. Русаков. – Алматы, 2000. – 430 с.
4. Zhubaev, A.K. / A.K. Zhubaev, S.K. Yerezhepova, T.S. Mukhanbetzhan // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1393. – 012155.
5. Ovchinnikov, V.V. Mossbauer Analysis of the Atomic and Magnetic Structure of Alloys / V.V. Ovchinnikov. – Cambridge : Cambridge International Science Publishing, 2006. – 248 p.

УДК 616.1

О.Н. Белая, М.В. Гольцев, О.В. Белый

Белорусский государственный медицинский университет

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВРЕМЕНИ ВНУТРЕННЕГО ОТКЛОНЕНИЯ

Распространение возбуждения по сердечному волокну является важным клиническим и диагностическим показателем, позволяющим судить о характере электрофизиологических процессов, происходящих в миокарде, полученные в ходе исследования результаты позволяют установить закономерности электрофизиологических процессов, которые обеспечивают основную (насосную) функцию сердца.

Ключевые слова: биофизика, электрокардиография, электрокардиограмма, время внутреннего отклонения, эндокард, эпикард.

Введение. В настоящее время электрокардиография как метод исследования сердца является наиболее распространенным и объективным. Следует при этом отметить, что чувствительность и специфичность обычного электрокардиографического обследования недостаточно высоки. Например, масштабные исследования Rotterdam study показали, что у 10–25 % нефатальных инфарктов миокарда на электрокардиограмме (ЭКГ) не выявляется никаких изменений либо ЭКГ в дальнейшем полностью нормализуется. Известно также, что ЭКГ покоя, оцениваемая по общепринятым критериям, остается нормальной приблизительно у 50 % больных с хронической ишемической болезнью сердца, в том числе во время дискомфорта в грудной клетке. В настоящее время на первый план выходят скрытые составляющие электрофизиологических процессов, которые не анализируются в клинической практике, что снижает потенциальные возможности диагностических систем, но обладают значительной информационной ценностью.

Одним из таких электрофизиологических процессов является время, отражающее период от начала возбуждения предсердий (или желудочков) до охвата возбуждением максимального количества сердечных волокон, то есть время внутреннего отклонения. Время распространения возбуждения от эндокарда до эпикарда на участке миокарда, расположенном под грудным электродом, соизмеримо длительности интервала (интервал J) между моментом возникновения начального потенциала желудочкового комплекса и вершиной зубца R электрокардиограммы, таким образом определяя толщину миокарда в данной области.

Целью представленного исследования являлось изучение вариации индивидуальных значений основных зубцов и интервалов ЭКГ в стандартных отведениях в возрастном и гендерном аспектах. Проведение электрокардиографических исследований осуществлялось на базе кафедры медицинской и биологической физики УО «Белорусский государственный медицинский университет». В ходе исследования составлена выборка из 43 человек разной возрастной категории: минимальный возраст – 17 лет, максимальный возраст – 72 года; разной половой категории: 21 человек женского пола и 22 человека мужского пола. Также следует отметить, что согласно нормативным документам, устанавливающим государственные гарантии по защите прав, достоинства, автономии и целостности человека при проведении биомедицинских исследований [1], все испытуемые дали информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Согласно теории В. Эйнтховена, сердце представляет собой электрический диполь (рисунок 1) [2].

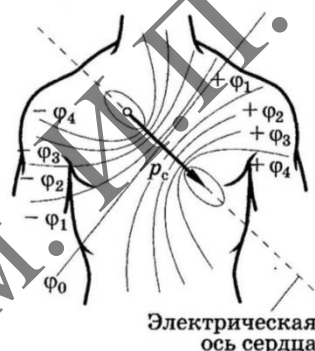


Рисунок 1 – Распределение изопотенциальных линий электрического поля на поверхности тела человека. Вектор ЭДС изображен стрелкой

Между полюсами диполя возникает разность потенциалов – электродвижущая сила (ЭДС) – которая, являясь векторной величиной, имеет направление от отрицательного к положительному полюсу. Результирующую ЭДС можно записать используя электрокардиограф.

Электрокардиограмма (ЭКГ) – зависимость разности(ей) потенциалов, отражающих электрическую активность сердца, от времени, и ее (их) графическое представление [3]. Электрокардиограф регистрирует ЭКГ с помощью систем отведений. Отведение ЭКГ – зафиксированная разность потенциалов между двумя или более электродами, сформированная по определенным правилам [3]. Электрические потенциалы сердца графически записываются в виде кривой с положительными, отрицательными зубцами и прямыми линиями между ними.

Основные параметры ЭКГ были определены с использованием циркуля (рисунок 2, а) и ЭКГ-линейки (рисунок 2, б).

ЭКГ-линейка является оптимальным способом расшифровки ЭКГ и может быть использована для расшифровки электрокардиограммы, снятой со скоростью 50 или 25 мм/с. На ней представлены следующие параметры: шкала для определения вольтажа зубца R, таблица интервалов P-Q и Q-T в секунду при различной частоте сердечных сокращений, шкала расчета продолжительности зубца P, комплекса QRS, интервалов P-Q и Q-T в секунду, треугольник Эйнтховена для определения электрической оси сердца, а также таблица нормальных параметров ЭКГ и ЭКГ-цикл в норме с буквенным обозначением зубцов и интервалов.

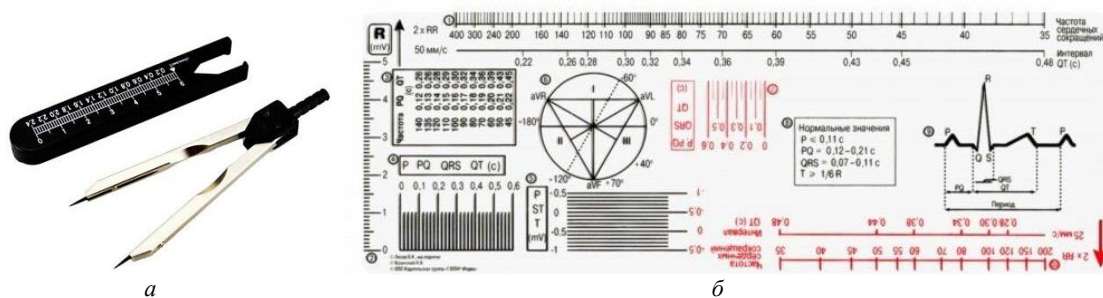


Рисунок 2 – Методика обработки ЭКГ

Для определения времени внутреннего отклонения на ленте ЭКГ проводят перпендикуляр от вершины зубца R до пересечения его с изоэлектрической линией. Отрезок от начала зубца Q до точки пересечения перпендикуляра с изоэлектрической линией соответствует времени внутреннего отклонения (рисунок 3).

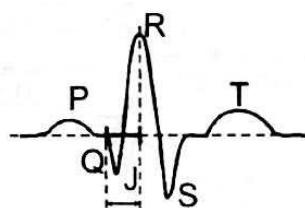


Рисунок 3 – Методика определения времени внутреннего отклонения (интервал J)

Исследование влияния возрастного аспекта на изменение времени внутреннего отклонения показало увеличение длительности этого параметра во всех стандартных отведениях, поэтому для более детального изучения данной зависимости выберем отведение I (рисунок 4). Среднее значение интервала J в отведении I составило 27,9 мс, в отведении II – 29,5 мс, в отведении III – 39,1 мс, что соответствует нормативным значениям (0,02–0,05 с).

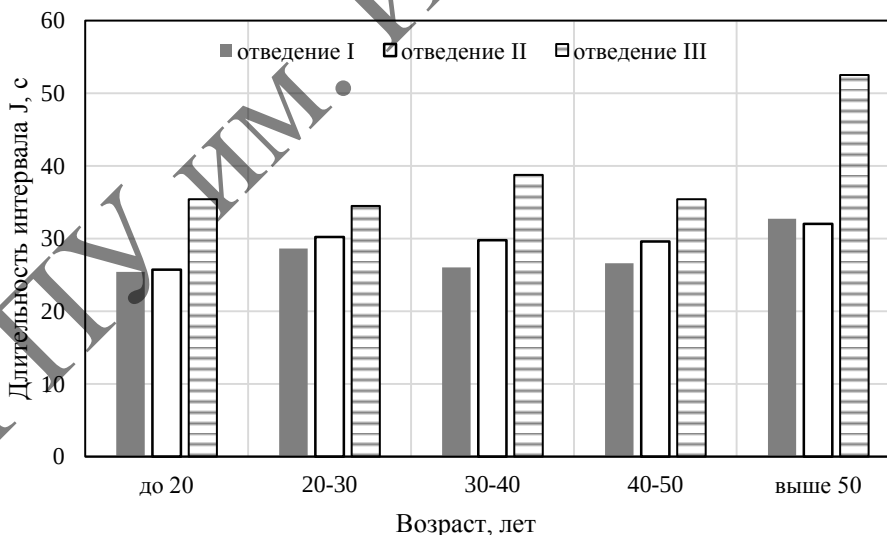


Рисунок 4 – Вариация длительности интервала J с возрастом (в трех стандартных отведениях)

У мужчин в отведении I длительность интервала J увеличивается в 1,5 раза, в отведении II – в 1,4 раза, в отведении III – в 1,5 раза. Зависимости времени внутреннего отклонения от возраста для мужчин представлено на рисунке 5. Выше нормы значение интервала внутреннего отклонения выявлено у одного обследуемого (мужчина, 68 лет, в анамнезе сердечная недостаточность).

У женщин в отведении I длительность интервала J увеличивается в 1,2 раза, в отведении II – в 1,1 раза, в отведении III – в 1,5 раза. Зависимости времени внутреннего отклонения от возраста для

женщин представлено на рисунке 5. Выше нормы значение интервала внутреннего отклонения выявлено у двух обследуемых (женщины, 59 и 72 года, анамнез неизвестен).

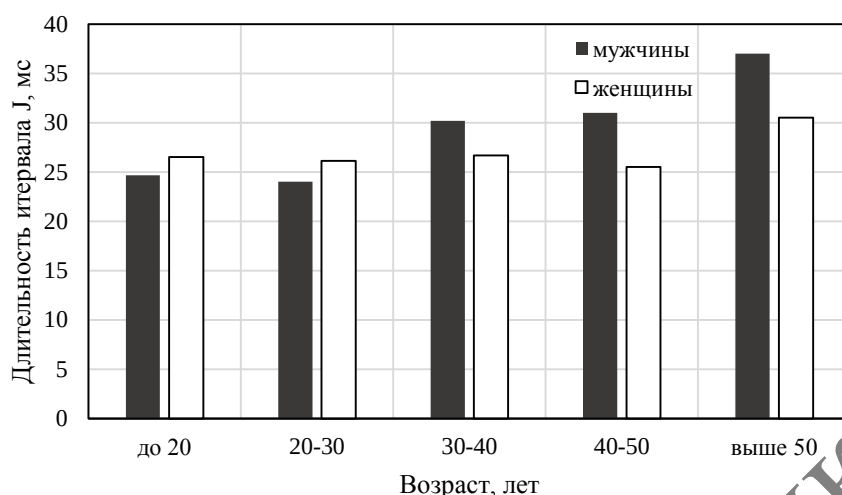


Рисунок 5 – Вариация длительности интервала J с возрастом (отведение I)

Наблюдаемое увеличение времени внутреннего отклонения напрямую свидетельствует о гипертрофии миокарда. В гипертрофированном миокарде на возбуждение тратится гораздо больше времени для прохождения от эндокарда к эпикарду, чем в нормальном миокарде. Следует отметить, что данный факт является первым из основных признаков гипертрофии миокарда, которые можно определить на ЭКГ. Помимо этого, о гипертрофии миокарда свидетельствует и увеличение амплитуды зубца R, ранее описанное в п. 3.2. В гипертрофированном миокарде амплитуда вектора возбуждения, идущего от эндокарда к эпикарду, больше по сравнению с нормой. Следовательно, регистрирующий электрод, расположенный над гипертрофированным миокардом, графически отобразит этот вектор на ЭКГ зубцом R гораздо большим по амплитуде, чем зубец R в норме. Отметим, что факт увеличения амплитуды зубца R является вторым ЭКГ признаком гипертрофии миокарда [4; 5].

В настоящее время функциональная диагностика заболеваний сердца возможна путем различных методов исследования, самым распространенным, доступным и дешевым из которых является электрокардиография. В основе возникновения нарушений сердца различного вида лежат изменения в электрофизиологии клеток миокарда, что получает отражение на амплитуде и длительности зубцов и комплексов ЭКГ.

В ходе проведения исследования были изучены вариации индивидуальных значений основных зубцов и интервалов ЭКГ в стандартных отведениях в возрастном и гендерном аспектах. Одной из особенностей людей пожилого возраста является наличие у них нескольких заболеваний, которые характеризуются специфическими проявлениями, особенностями течения и различным прогнозом. Соответственно, вышеперечисленные факторы вызывает те или иные изменения электрофизической активности сердца, что в свою очередь проявляется на электрокардиограмме. Таким образом, своевременная диагностика работы сердца чрезвычайно важна, поскольку нарушение функций левого желудочка, ишемия миокарда, нарушение ритма приводит к развитию сердечной недостаточности и в конечном итоге к фатальным осложнениям.

Список использованных источников

1. Режим доступа: <https://www.bsmu.by/universitet/nauchnaya-deyatelnost/rabota-komiteta-po-bioetike/> – Дата доступа: 24.04.2025.
2. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика / А.Н. Ремизов. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 647 с.
3. Регистрация электрокардиограммы покоя в 12 общепринятых отведениях взрослым и детям / Д.В. Дроздов [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2023. – 28 (10). – С. 105–130.
4. Электрокардиографические признаки гипертрофии миокарда [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://meduniver.com/Medical/Therapy/1102.html>. – Дата доступа: 24.04.2025.
5. Яковенко, Е.И. ЭКГ-диагностика гипертрофии левого желудочка / Е.И. Яковенко // Российский кардиологический журнал. – 2009. – № 5 (79). – С. 79–83.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПРОВАЙДЕРА ИНТЕРНЕТ-УСЛУГ

Работа посвящена разработке сайта интернет-провайдера, обеспечивающего доступ пользователя в личный кабинет и отображающего новостную информацию. Сайт является кросс-платформенным для удобства пользователей с различными браузерами. Разработанное программное приложение соответствует требованиям, предъявляемым к параметрам эргономических показателей сайта интернет-сервис провайдера.

Ключевые слова: программное приложение; сайт; провайдер.

Введение. На сегодняшний день в нашей стране насчитывается несколько десятков интернет-провайдеров. Наиболее крупными среди них являются такие, как Byfly, Атлант Телеком, Космос, Айчына Плюс. Провайдерами являются также и мобильные операторы МТС, Life, Velcom. Каждый интернет-провайдер стремится сделать свой сайт наиболее функциональным, но в то же время более простым и понятным для использования рядовым пользователем сети Интернет.

Владельцы будущего сайта обычно либо разрабатывают сайты своими силами, либо обращаются к специализированным разработчикам. Веб-разработка, то есть изготовление сайтов как работающих целостных информационных ресурсов и систем, – это составной процесс, объединяющий труд различных специалистов [1]. Так, веб-дизайнеры проектируют логическую структуру веб-страниц, продумывают наиболее удобные решения подачи информации, а также занимаются художественным оформлением веб-проекта.

Разработанный ресурс должен соответствовать стандартам W3C. Это обеспечит доступность содержания сайта для пользователей портативных устройств и для людей с ограниченными физическими возможностями. Интернет-маркетинг, включающий продвижение и рекламу разработанного ресурса, а также поисковую оптимизацию, тесно связан с веб-дизайном.

Внутренняя SEO-оптимизация начинается с определения семантического ядра. Здесь определяются ключевые слова, которые привлекут наиболее заинтересованных посетителей и затем будут внесены на сайт. Тексты, ссылки, другие теги адаптируются так, чтобы поисковые системы могли их успешно находить по ключевым словам.

Внешняя SEO-оптимизация сводится, как правило, к построению структуры входящих ссылок. Настоящая белая SEO оптимизация – это трудоемкий и долгий процесс, стоимость которого может в несколько раз превышать расходы на создание сайта.

Верстальщик должен получить из графических макетов гипертекстовые веб-страницы с подготовленными для интернета изображениями. Также он должен обеспечить совместимость содержимого с большинством браузеров, особенно это касается таких браузеров, как Internet Explorer, Firefox, Safari, Chrome и Opera. Затем наступает следующий важный этап разработки – собственно веб-программирование [2].

Языком программирования выбран PHP, который используется в настоящее время сотнями тысяч разработчиков. В области программирования для Сети PHP – один из популярных скриптовых языков (наряду с JSP, Perl и языками, используемыми в ASP.NET) благодаря своей простоте, скорости выполнения, богатой функциональности, кроссплатформенности и распространению исходных кодов на основе лицензии.

В качестве базы данных выбрана MySQL 5.0. База состоит из четырех сводных таблиц, которые имеют названия *abonents*, *news*, *requests*, *tariffs*. Таблица *abonents* используется для хранения данных об абонентах. В эту таблицу добавлены столбцы, в которые соответственно заносятся значения порядкового номера записи, логин абонента, его пароль, контактный адрес электронной почты, порядковый номер его тарифа и актуальный баланс. Таким образом, можно сказать, что данная таблица является своеобразной карточкой абонента.

Таблица *tariffs* содержит всю информацию о существующих тарифах, которые предоставляются абонентам для пользования. Данная таблица имеет логические связи с таблицей *abonents*. Она содержит 6 полей; в них соответственно заносятся значения порядкового номера тарифа, название тарифа, размер предоплаченного трафика, абонентская плата, которая взимается за пользование услугой, стоимость перехода на данный тариф и скорость, которая гарантируется абоненту на данном тарифном плане.

Таблица news предназначена для хранения данных о новостях. Содержит четыре поля для номера добавляемой новости, даты добавления, заголовка новости и самого содержания новостного сообщения.

Таблица requests используется для хранения запросов и выборок из базы данных на определённых условиях и осуществления авторизации. Содержит 6 полей, которые соответственно означают номер запроса, фамилию абонента, адрес абонента, его e-mail, телефон и фото, если оно имеется. Редактирование базы данных доступно только администраторам сайта интернет-провайдера.

Пользовательский интерфейс сайта интернет-провайдера разработан так, чтобы быть предельно простым и лёгким для понимания посетителей сайта. Цветовая гамма подобрана в спокойных тонах. Использован понятный и не мелкий шрифт, для того чтобы пользователи могли просматривать содержимое веб-страниц без всяких ограничений.

На основной странице пользователь может увидеть всю навигационную систему разработанного сайта. Нажав на кнопку подключение, пользователь может оставить заявку на подключение.

В верхней части имеется меню, где посетители сайта могут ознакомиться с тарифными планами, акциями и новостями. Также существует возможность задать вопрос специалисту через систему «Вопрос-ответ».

На данной странице (рисунок 1) пользователь может оставить заявку на подключение, заполнив соответствующие поля формы. Заявка отправляется администратору.

Путём ввода логина и пароля абонент проходит авторизацию на сайте. И получает доступ к своему кабинету пользователя.

The screenshot shows the top navigation bar of the 'Internet-провайдер' website. It includes links for 'О провайдере', 'Тарифные планы', 'Новости', 'Акции', 'Вопрос-ответ', 'BALANCE', 'ПОПОЛНИТЬ СЧЁТ', 'СМЕНИТЬ ТАРИФ', and a 'Выйти' (Logout) button. The main heading is 'Подключиться к нам' (Connect with us), followed by the instruction 'Заполните форму. Мы свяжемся с вами в ближайшее время' (Fill out the form. We will contact you as soon as possible). The form itself is titled 'Подключение' (Connection) and contains the following fields: 'Имя, фамилия' (Name, surname) with a placeholder 'Например: Иван Петров', 'Адрес' (Address) with a placeholder 'Например: г. Минск, ул. Есенина 85-79', 'Электронная почта' (Email) with a placeholder 'В формате: example@site.com', and 'Контактный телефон' (Contact phone) with a dropdown for '017' and a text input. A 'Подключение' button is located to the left of the form, and an 'Отправить заявку' (Send application) button is at the bottom of the form.

Рисунок 1 – Форма подключения

В данном пункте пользователь имеет возможность изменить тарифный план при наличии необходимых денежных средств на личном счёте. В случае успешной смены пользователь увидит уведомление (рисунок 2).

Разработанное программное обеспечение было проанализировано с учетом эргономических показателей. Оно выполняет все необходимые функции и при этом соответствует предъявляемым требованиям к параметрам эргономических показателей сайта интернет-сервис провайдера.

В работе было спроектировано программное обеспечение интернет-сервис провайдера. Разработанный сайт интернет-провайдера обеспечивает доступ пользователей в личный кабинет, а также отображает новостную информацию. Сайт является кросс-платформенным, так как пользователи интернета пользуются различными браузерами. В качестве базы данных выбрана MySQL 5.0, языком программирования выбран PHP и сервер Apache. Данное программное обеспечение предполагает быструю окупаемость затрат на его разработку.

Изменить тарифный план

Уважаемый абонент, выберите тариф для смены



Подключение

На вашем счету 528 бел. руб.

Ваш текущий тариф Профи

Выберите новый тариф ✓ Ура! Все верно

Стоимость смены 2000 бел. руб.

Сменить

Рисунок 2 – Смена тарифного плана

Список использованных источников

1. Гаррет, Дж. Веб-дизайн: книга Джесса Гарретта. Элементы опыта взаимодействия / Дж. Гаррет. – СПб. : Символ-Плюс, 2008. – 192 с.
2. Бенкен, Е. PHP, MySQL, XML. Программирование для Интернета / Е. Бенкен. – М. : БХВ-Петербург, 2016. – 352 с.

УДК 535.4

В.В. Давыдовская, Д.С. Блоцкая, А.В. Федорова, Е.В. Тарасюк
Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОЛИТОННЫХ СТРУКТУР В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ SBN

В работе показано, что фоторефрактивные кристаллы могут использоваться для конструирования пространственных модуляторов света, которые часто применяются в оптических системах для хранения и обработки массивов информации, а также для осуществления логических операций. Установлены параметры взаимодействия двумерных гауссовых световых пучков в фоторефрактивном кристалле SBN, при которых возможно «оптическое» осуществление логических операций.

Ключевые слова: фоторефрактивный кристалл, световой пучок, взаимодействие, ортогональная линейная поляризация, логическая операция.

В настоящее время открытым и актуальным остается вопрос разработки эффективной структурной базы для систем скоростной обработки информации, которые могут использоваться в оптических компьютерах, радиолокационных системах, устройствах хранения информации и др. [1–3].

В связи с этим не ослабевает интерес к исследованиям сложных оптических явлений в нелинейных средах, к которым можно отнести и фоторефрактивные кристаллы, так как они обладают подходящими для этого электрооптическими свойствами и могут использоваться при создании волноводных систем и задач динамической голографии.

Многие из задач нелинейной оптики могут иметь высокие перспективы практического использования, в частности выявление закономерностей распространения и взаимодействия световых пучков, при которых достигается их квазисолитонный режим распространения, либо энергетический обмен между пучками, осуществление адресной локализации световых пучков [4–6].

Одной из актуальных и задач является изучение многосолитонного взаимодействия в матричных структурах в фоторефрактивных кристаллах, которые могут использоваться в устройствах оптической обработки данных и передачи информации с возможностью увеличения количества оптических информационных линий для параллельной обработки информации.

Можно выделить целый ряд научных работ по изучению солитонных матричных структур [напр., 3–8], однако следует отметить, что в основном в таких работах преобладают экспериментальные исследования.

В настоящее время растет интерес к исследованиям световых пучков, отличных от классического гауссова пучка, при этом особый интерес представляют пучки с плоским верхом, т. к. они имеют ряд преимуществ при изучении некоторых оптических явлений, например, локализация пучков, стабилизация квазисолитонного режима распространения [9–14].

Одними из наиболее ценных для практического применения следствий фоторефрактивного эффекта являются так называемое «переключение» пучков, а также управление двумерными световыми пучками в связи с необходимостью их адресной локализации.

Покажем, что для наблюдения этих эффектов могут быть использованы закономерности взаимодействия ортогонально поляризованных световых пучков.

Для осуществления управляемого смещения двумерного квазисолитонного светового пучка, линейно поляризованного параллельно вектору напряженности внешнего электрического поля (входная x -поляризация, на рисунке 1 пучок обозначен цифрой 1), приложенного к фоторефрактивному кристаллу SBN вдоль оптической оси, может быть использовано взаимодействие этого пучка внутри кристалла со вспомогательным одинаково направленным световым пучком, поляризованным ортогонально квазисолитонному пучку и распространяющимся в режиме дефокусировки, но выполняющим роль управляющего пучка (входная y -поляризация, на рисунке 1 пучок обозначен цифрой 0).

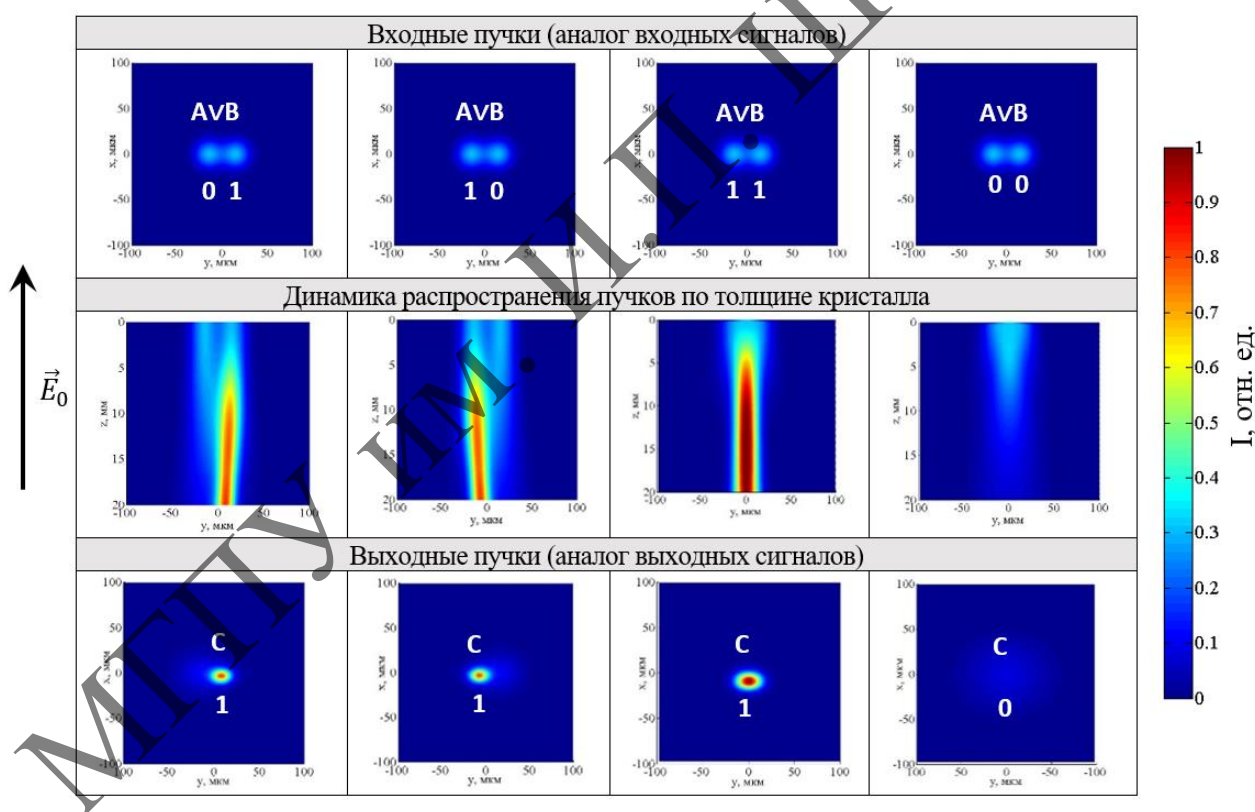


Рисунок 1 – Оптическая модель логического элемента «ИЛИ»

Закключение. Таким образом, с помощью подбора параметров взаимодействия двумерных световых пучков в фоторефрактивном кристалле SBN (размера пучков, расстояния между ними, значения внешнего электрического поля, входной линейной поляризации пучков) теоретически смоделирован «оптический» логический элемент – аналог элемента «ИЛИ».

Работа была выполнена в рамках ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций» на 2021–2025 гг. (задание 6.1.14).

Список использованных источников

1. Cuniot-Ponsard, M. Strontium Barium Niobate Thin Films for Dielectric and Electro-Optic Applications. *Ferroelectrics – Material Aspects* / M. Cuniot-Ponsard // InTech, Rijeka, Croatia – 2011. – P. 498–518.
2. Давыдовская, В.В. Распространение и взаимодействие двумерных световых пучков в фоторефрактивных кристаллах : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.04.05 / В.В. Давыдовская. – Мозырь, 2014. – 116 с.
3. Khmelnitsky, D. Interaction of two-dimensional rectangular light beams in a photorefractive SBN crystal / D. Khmelnitsky [et. al] // *Ferroelectrics*. – 2009. – Vol. 390. – P. 116–127.
4. Smirnov, S. Interaction of counterpropagating discrete solitons in a nonlinear one-dimensional waveguide array / S. Smirnov [et. al] // *Opt. Lett.* – 2007. – Vol. 32, No. 5 – P. 512–514.
5. 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.
6. Давыдовская, В.В. Взаимодействие двумерных ортогонально поляризованных квадратных супергауссовых световых пучков в фоторефрактивном кристалле класса симметрии 4mm / В.В. Давыдовская, В.В. Шепелевич // *Вестник ПГУ*. – 2010. – № 3. – С. 124–128.
7. Давыдовская, В.В. Взаимодействие двумерных ортогонально поляризованных супергауссовых световых пучков в фоторефрактивном кристалле / В.В. Давыдовская [и др.] // *Квантовая электроника*. – 2010. – Т. 40, № 10. – С. 899–906.
8. Roychoudhuri, C., Kracklauer, A.F., Creath, K. The Nature of Light: What is a Photon? (Optical Science and Engineering) / C. Roychoudhuri, A.F. Kracklauer, K. Creath ; Taylor & Francis Inc.: CRC Press, 2008. – 454 p.
9. Cheng, Y.-K. Design and Evaluation of Light Spread Function for Area-Adaptive LCD System / Y.-K. Cheng [et al] // *J. Display Technol.* – 2009. – Vol. 5, № 2. – P. 66–71.
10. Diebel, F. Soliton formation by decelerating interacting Airy beams / F. Diebel [et al.] // *Optics Express*. – 2015. – Vol. 23, Is.19. – P. 24351–24361.
11. Kukhtarev, N.V. Holographic storage in electrooptic crystals: 1. Steady state / N.V. Kukhtarev [et al.] // *Ferroelectrics*. – 1979. – Vol. 22. – P. 949–960.
12. Motzek, K. Dipole-mode vector solitons in anisotropic photorefractive media / K. Motzek // *Opt. Commun.* – 2001. – Vol. 197. – P. 161–168.
13. Ярив, А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх ; пер. с англ. – М. : Мир, 1987. – 616 с.
14. Calvo, M.L. Optical Waveguides: From Theory to Applied Technologies 1st Edition / M.L. Calvo, V. Lakshminarayanan. – CRC Press, 2007. – 424 p.

УДК 535.4

А.А. Голуб, С.М. Поливач

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ИЗУЧЕНИЕ САМОФОКУСИРОВКИ (1+1)D СВЕТОВОГО ПУЧКА, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$

В работе приведены результаты численного моделирования распространения одномерного светового пучка с гауссовым распределением интенсивности, распространяющегося в фоторефрактивном оптически активном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Рассмотрено влияние внешнего постоянного электрического поля, оптической активности и обратного пьезоэлектрического эффекта на нелинейное изменение показателя преломления внутри кристалла, приводящее к самофокусировке светового пучка, а также зависимости максимальной относительной интенсивности от длины кристалла и полуширины светового пучка. Полученные результаты позволяют установить оптимальные параметры наблюдения явления самофокусировки, что является значимым при создании оптических устройств управления.

Ключевые слова: (1+1)D световой пучок, фоторефрактивный кристалл, самофокусировка, численное моделирование, обратный пьезоэлектрический эффект.

Введение. В [1] указано, что оптическая активность и обратный пьезоэлектрический эффект оказывают существенное влияние на процесс распространения (1+1)D световых пучков фоторефрактивных кристаллах группы селенитов. В данной работе представлены результаты исследования самофокусировки (1+1)D светового пучка, распространяющегося в фоторефрактивном оптически активном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ среза $(\bar{1} \bar{1} 0)$ при различных значениях полуширины светового пучка.

При численном моделировании световой пучок на входе в кристалл имел гауссовый профиль распределения интенсивности. Предполагалось, что к боковым граням кристалла прикладывалось внешнее

постоянное электрическое поле, вектор напряженности которого $E_0 \parallel [1\bar{1}1]$. Формирующееся в данном случае поле пространственного заряда внутри кристалла приводит к нелинейному изменению показателя преломления кристалла, нарушающему естественную дифракционную расходимость распространяющегося в нем светового пучка, а в некоторых случаях происходит и его самофокусировка. Для численного моделирования использовалась теоретическая модель, представленная в [1], которая позволяет учесть при численном моделировании как естественную оптическую активность кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, так и влияние обратного пьезоэлектрического эффекта.

Для численного моделирования использовались следующие параметры кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ и одномерного светового пучка: длина кристалла $d = 15$ мм, показатель преломления $n_0 = 2.54$, электрооптический коэффициент $r = -5 \times 10^{-12}$ м/В, постоянные упругости $c_1 = 12.96 \times 10^{10}$ Н/м², $c_2 = 2.99 \times 10^{10}$ Н/м², $c_3 = 2.45 \times 10^{10}$ Н/м², упругооптические постоянные $p_1 = -0.16$, $p_2 = -0.13$, $p_3 = -0.12$, $p_4 = -0.015$, пьезоэлектрическая константа $e_{14} = 1.12$ С/м², удельное вращение кристалла $\rho = 22$ °/мм, длина световой волны $\lambda = 0.6328$ мкм. Значение «темновой интенсивности» выбрано, как и в [2], равным максимальной интенсивности I_0 световых пучков на входе в кристалл, $I_d = 0.5I_0$.

На рисунке 1 представлены графики зависимости относительной интенсивности в центре светового пучка от длины кристалла. Предполагалось, что световые пучки имели следующие значения полуширины на входе в кристалл: $x_0 = 5$ мкм, $x_0 = 10$ мкм, $x_0 = 15$ мкм.

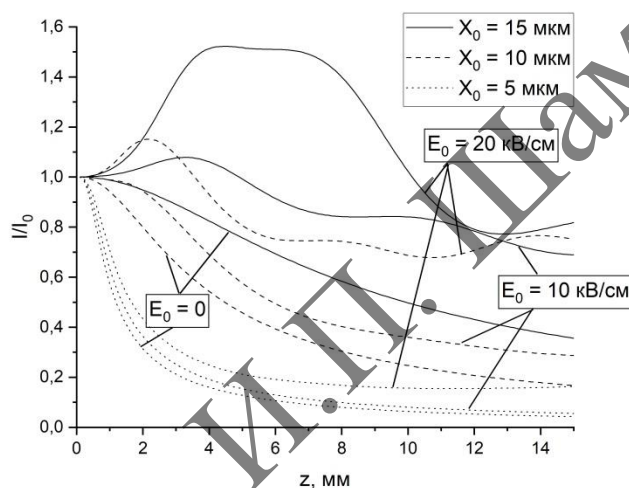


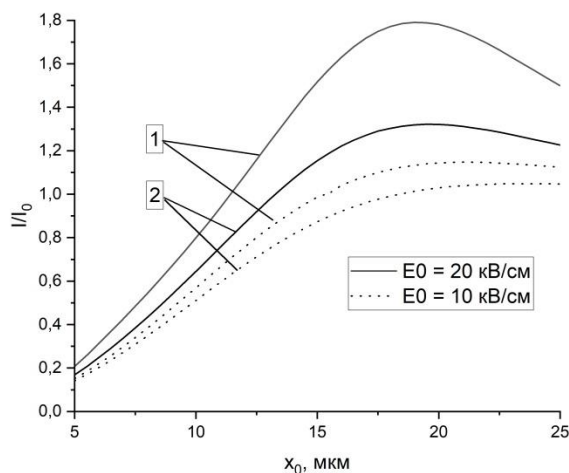
Рисунок 1 – Зависимость максимальной относительной интенсивности (1+1)D светового пучка от длины кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ при различных значениях напряженности внешнего электрического поля E_0

Из анализа рисунка 1 видно, что в отсутствие внешнего электрического поля ($E_0 = 0$) световые пучки испытывают лишь естественную дифракционную расходимость, приводящую к постепенному снижению максимальной относительной интенсивности. При помещении кристалла во внешнее электрическое поле $E_0 = 10$ кВ/см можно наблюдать увеличение максимальной относительной интенсивности светового пучка, однако данного значения модуля напряженности внешнего постоянного электрического поля недостаточно для наблюдения самофокусировки световых пучков с параметрами полуширины, указанными ранее. При увеличении значения E_0 до 20 кВ/см световые пучки полушириной 10 и 15 мкм уже могут испытывать самофокусировку. Также из рисунка 1 видно, что для наблюдения самофокусировки световых пучков при использованных параметрах внешнего электрического поля и кристалла достаточно длины $d_0 = 5$ мм.

На рисунке 2 представлена зависимость максимальной относительной интенсивности светового пучка от его полуширины.

Из кривых, изображенных на рисунке 2, видно, что, если учитывать обратный пьезоэлектрический эффект, то наибольшая самофокусировка наблюдается у световых пучков с полушириной $x_0 = 18$ мм при значении модуля напряженности внешнего электрического поля $E_0 = 20$ кВ/см. Можно отметить, что для световых пучков с полушириной $x_0 < 10$ мм самофокусировка практически не наблюдается.

Таким образом, установлены оптимальные для наблюдения самофокусировки значения полуширины (1+1)D световых пучков, распространяющихся в кубическом оптически активном фоторефрактивном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ среза $(1\bar{1}0)$, помещенном во внешнее постоянное электрическое поле, с учетом влияния обратного пьезоэлектрического эффекта.



1 – с учетом обратного пьезоэлектрического эффекта, 2 – без учета обратного пьезоэлектрического эффекта
Рисунок 2 – Зависимость максимальной относительной интенсивности (1+1)D светового пучка от длины кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ при различных значениях полуширины x_0

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций» на 2021–2025 гг. (задание 6.1.14).

Список использованных источников

1. Голуб, А.А. Влияние обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости на когерентное взаимодействие гауссовых (1+1)D световых пучков в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ / А.А. Голуб, В.Н. Навныко, В.В. Давыдовская, Ж.В. Колядко, А.В. Федорова, Д.С. Блоцкая // Журнал прикладной спектроскопии. – 2025. – Т. 92, № 1. – С. 114–120.
2. Incoherent interaction of Gaussian beams in photorefractive optically active crystals / V.V. Shepelevich, A.A. Golub, R. Kowarschik, A. Kiessling, V. Matusevich // Applied Physics B. Lasers and Optics. – 2008. – Vol. 90. – P. 149–153.

УДК 004.421.2

А.К. Грабовский

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КВАДРУПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

Методами компьютерного моделирования исследовано влияние геометрической конфигурации квадрупольных систем и стохастических возмущений на распределение потенциала и динамику заряженных частиц.

Ключевые слова: момент, квадруполь, система, потенциал, моделирование.

Введение. Анализ мультипольных моментов играет важную роль при описании электростатических конфигураций в области дальнего поля. В данной работе исследуются различные конфигурации четырёх точечных зарядов. Методология основана на классических подходах, изложенных в [1].

Рассмотрим простой симметричный пример квадрупольной системы, состоящей из четырёх точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата со стороной a на плоскости (y, z) : два заряда $+q$ в точках $(\frac{a}{2}, \frac{a}{2})$ и $(-\frac{a}{2}, -\frac{a}{2})$, два заряда $-q$ в точках $(\frac{a}{2}, -\frac{a}{2})$ и $(-\frac{a}{2}, \frac{a}{2})$.

Точное выражение для потенциала в точке наблюдения $M(x, y, z)$ задаётся равенством

$$\phi(M) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_{1+}} + \frac{1}{r_{2+}} - \frac{1}{r_{1-}} - \frac{1}{r_{2-}} \right).$$

Учитывая две первые поправки в разложении Тейлора $\frac{1}{r} \approx \frac{1}{d} + \frac{r_0 a}{d^3} + \frac{(r_0 a)^2 - a^2}{2d^5}$, получаем в области дальнего поля приближенное выражение

$$\phi(M) \approx \frac{3qa^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{yz}{d^5} \left(1 + O\left(\frac{a^2}{d^2}\right) \right),$$

где $d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ – это расстояние от центра квадрупольной системы до точки наблюдения.

Чтобы исследовать детали пространственного распределения потенциала, будем использовать сферические координаты (d, θ, φ) :

$$\begin{aligned} x &= d \sin \theta \cos \varphi; \\ y &= d \sin \theta \sin \varphi; \\ z &= d \cos \theta, \end{aligned}$$

тогда потенциал принимает вид

$$\phi \approx \frac{3qa^2}{4\pi\epsilon_0 d^3} \sin^2 \theta \sin \varphi \cos \varphi.$$

Условия экстремумов для функции потенциала задаются уравнениями

$$\begin{aligned} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} &= \frac{3qa^2}{2\pi\epsilon_0 d^3} \sin \theta \cos \theta \sin \varphi \cos \varphi = 0; \\ \frac{\partial \phi}{\partial \varphi} &= \frac{3qa^2}{4\pi\epsilon_0 d^3} \sin^2 \theta (\cos \varphi^2 - \sin \varphi^2) = 0. \end{aligned}$$

Выделяем условия максимумов и минимумов:

$$\theta = \frac{\pi}{2}, \varphi = \frac{\pi}{4}, \phi_{max} = \frac{3qa^2}{8\pi\epsilon_0 d^3}.$$

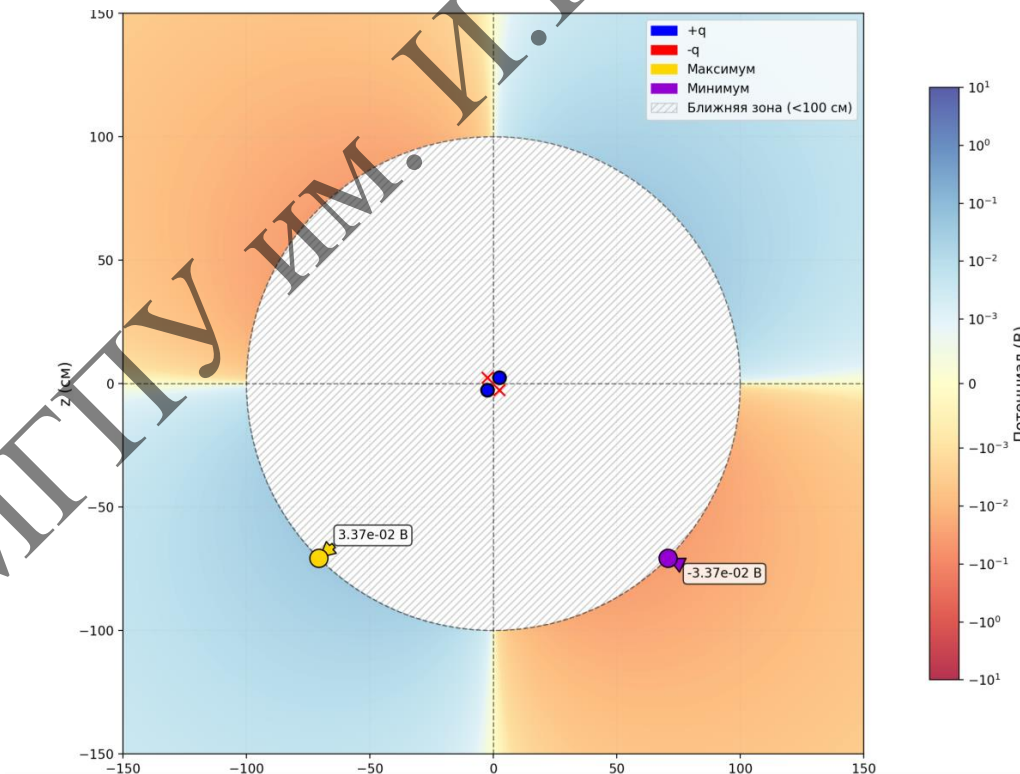


Рисунок 1 – Модель распределения потенциала в дальнем поле квадратичной квадрупольной системы

Эту задачу легко можно смоделировать, используя библиотеки NumPy и Matplotlib для Python (рисунок 1). Тогда убеждаемся, что максимум и минимум расположены по направлениям диагоналей квадрата, образующего квадрупольную систему. Это является проявлением симметрии квадрупольной системы.

Далее, исследуем различные конфигурации системы. Поменяем местами один положительный и один отрицательный заряд в исходной конфигурации. Расчёты, подтверждённые моделированием, демонстрируют, что в таком случае полностью исчезает вклад квадрупольного момента в потенциал в дальней точке наблюдения. Для данной конфигурации потенциал в точке М определяется значением дипольного момента.

Рассмотрим другой пример, расположим заряды в вершинах ромба с острым углом в 60° : два заряда $+q$ в точках $(\frac{3a}{4}, \frac{\sqrt{3}a}{4})$ и $(-\frac{3a}{4}, -\frac{\sqrt{3}a}{4})$, два заряда $-q$ в точках $(\frac{a}{4}, -\frac{\sqrt{3}a}{4})$ и $(-\frac{a}{4}, \frac{\sqrt{3}a}{4})$ (рисунок 2).

Для данной ромбической конфигурации зарядов, равно как и для любой другой аналогичной ромбической конфигурации данных зарядов, можно показать, что дипольный момент обращается в нуль. Это обусловлено симметрией расположения зарядов. Данный факт подтверждается аналитически, на основе формулы $\vec{p} = \sum q_i \vec{r}_i$, и средствами компьютерного моделирования – в расчётах вклад дипольного момента в потенциал в точке наблюдения оказался равен нулю с точностью до 10^{-16} .

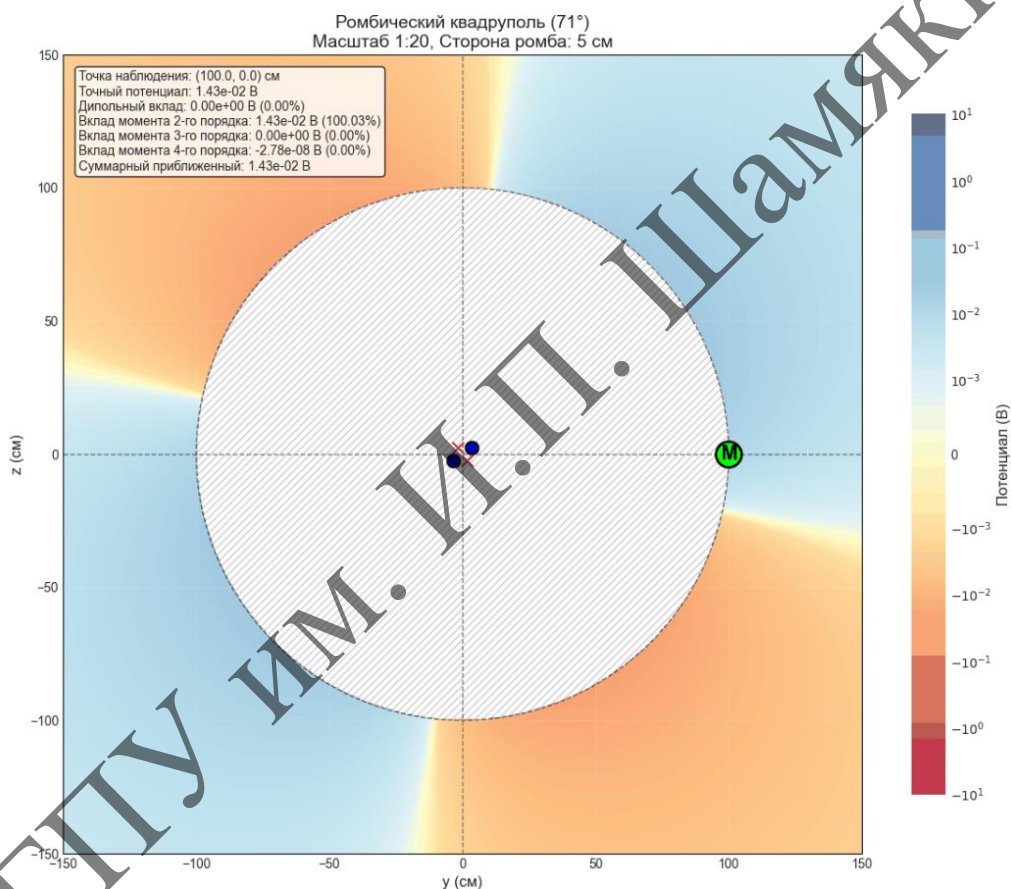


Рисунок 2 – Модель распределения потенциала в дальнем поле ромбической квадрупольной системы

Заключение. Проведённый анализ показал, что геометрическая конфигурация квадрупольной системы существенно влияет на пространственное распределение электростатического потенциала. Для симметричной квадратной конфигурации наблюдается характерная квадрупольная картина с максимумами вдоль диагоналей. Аналогичные закономерности выполняются для ромбических структур.

Список использованных источников

1. Jackson, J.D. Classical Electrodynamics / J.D. Jackson. – 3rd ed. – New York : Wiley, 1999. – 808 p.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ

В данной работе предложена методика для измерения чувствительности фотоприемников, которая позволяет существенно снизить как систематические, так и случайные ошибки, возникающие в процессе измерений, что очень важно для повышения эффективности систем, в которых применяются фотоприемники, калибровки оборудования и разработки новых технологий. Исследования в данной области имеют большое значение как для научной сферы, так и для практических применений, включая оптическую связь, медицинскую диагностику и солнечную энергетику.

Ключевые слова: чувствительность, фотоприемник, опорный сигнал, калибровка, световой и темновой токи.

Введение. Существуют различные методы для описания характеристик многоканальных фотоприемников (ФП). Одной из ключевых характеристик является интегральная чувствительность S , которая определяется как отношение выходного напряжения электрического сигнала к мощности входящего оптического сигнала [1].

Интегральная чувствительность задает уровень реакции ФП, однако не является единственным фактором, определяющим минимально возможное значение измеряемой величины, которое можно практически зафиксировать. Это значение обычно обозначается как порог чувствительности. Он определяется условием: измеряемая величина должна быть не меньше уровня помех или шумов, существующих в условиях проведения измерений.

Шумы различного характера обладают флуктуационным происхождением и неизбежно появляются как в самом ФП, так и в устройствах, фиксирующих его реакцию. Рекомендуется использовать измерительные приборы с такой чувствительностью, чтобы можно было отслеживать флуктуации сигнала ФП. При этом минимально воспринимаемая величина в основном определяется порогом чувствительности приемника, что позволяет считать, что возможности данного устройства полностью исчерпаны [2].

Мы разработали универсальную методику измерения чувствительности ФП и предложили устройство для её реализации, блок-схема которого показана на рисунке. Луч света от источника 1 разделяется светоделительным элементом 2 в заданном соотношении. Небольшая часть света с одного из выходов светоделителя 2 поступает на контрольный ФП 10, в то время как оставшаяся часть направляется на оптоэлектронный модулятор 3, находящийся в «закрытом» состоянии. По сигналу программного блока 14, управляемого мини-ПК, формирователь напряжения 8 создает опорный сигнал на выходе схемы сравнения 9.

$$U_1 = k_1 \times \text{шум} + I_T,$$

где k_1 – коэффициент усиления формирователя напряжения 8, I_T – темновой ток. Сразу после команды от программного блока 14 оптоэлектронный модулятор 3 подключается через аналоговый сумматор 12, и прием информации формирователем 8 прекращается. На второй вход схемы сравнения 9 подается сигнал с аттенюатора 7

$$U_2 = k_2 \times \text{шум} + I_T + I_\Phi,$$

где k_2 – коэффициент ослабления аттенюатора 7 ($k_2 = k_1$), I_Φ – фототок. Оптоэлектронный модулятор 3, следуя заданной программе программного блока 14, подает на испытуемый ФП 6 определенное количество энергии, каждой порции которой соответствует свой сигнал U_2 . Когда фототок достигает уровня шума плюс темновой ток, схема сравнения 9 генерирует сигнал, который останавливает изменение энергии, поступающей на ФП 6. В этот момент энергия, направляемая на испытуемый ФП 6, равна мощности светового потока, умноженной на длительность импульса освещения. Регистратор 13 (осциллограф с цифровым выходом), управляемый мини-ПК, фиксирует значение длительности импульса освещения, соответствующее пороговой энергии света, т. е. энергии, необходимой для того, чтобы на выходе ФП 6 получить сигнал, равный уровню шума.

В мини-ПК осуществляется обработка результатов измерений. Если в ходе измерений по какой-либо причине изменится мощность светового потока, исходящего от источника 1, это приведет к изменению электрического сигнала на выходе контрольного фотоприемника 10. Данное изменение сигнала

через блок регулировки 11 и аналоговый сумматор 12 сместит рабочую точку оптоэлектронного модулятора 3, тем самым стабилизируя мощность оптического излучения на его выходе.

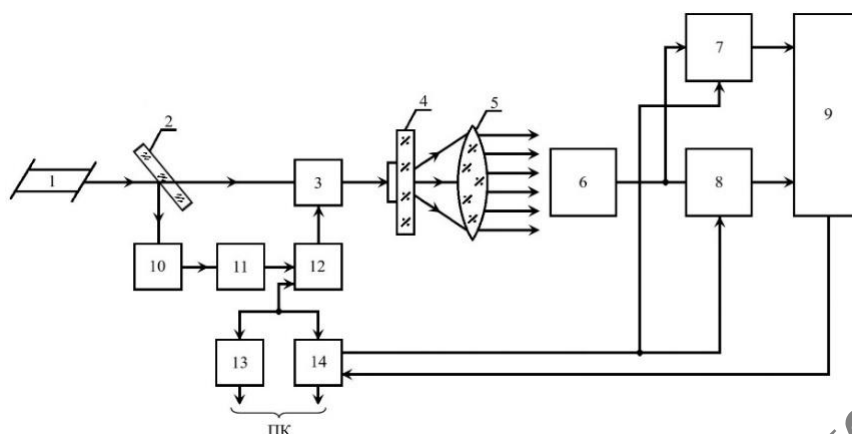


Рисунок 1 – Схема измерительной установки: 1 – источник излучения; 2 – светоделительный элемент; 3 – оптоэлектронный модулятор; 4 и 5 – коллимирующая система; 6 – испытуемый ФП; 7 – аттенюатор; 8 – формирователь напряжения; 9 – схема сравнения; 10 – контрольный ФП; 11 – блок регулировки; 12 – аналоговый сумматор; 13 – регистратор; 14 – программный блок

Таким образом, устройство обеспечивает выполнение всех операций по измерению чувствительности испытуемого ФП без необходимости изменения расположения его компонентов, а следовательно, и последующей юстировки оптического тракта. Кроме того, любые колебания мощности источника излучения, возникающие как до, так и во время измерений, компенсируются соответствующим смещением рабочей точки оптоэлектронного модулятора, основанном на сигнале, поступающем с блока регулировки через аналоговый сумматор. Поскольку процесс измерения выполняется в автоматическом режиме, исключаются все потенциальные ошибки оператора. Автоматизация измерений значительно увеличивает производительность измерительных операций и, соответственно, повышает точность результатов. Сокращение времени проведения измерений снижает влияние нестабильности параметров измерительной аппаратуры на получаемые результаты, повышая их достоверность.

Для измерения интегральной токовой и вольтовой чувствительности вначале измеряют световой ток I_c (напряжение U_c), а затем вычисляют величину фототока I_ϕ или напряжения фото-сигнала U_ϕ . Интегральную токовую S_i и вольтовую S_u чувствительности вычисляют по формулам:

$$S_i = \frac{I_\phi}{P} = \frac{I_c - I_\tau}{P} \left[\frac{A}{B_T} \right]; \quad S_u = \frac{U_\phi}{P} = \frac{U_c - U_\tau}{P} \left[\frac{B}{B_T} \right].$$

Предложенная методика измерений позволяет уменьшить систематическую ошибку, вызванную недостатками самого метода, а также случайные ошибки, возникающие под воздействием таких факторов, как колебания мощности источника излучения, вибрации и др.

Измерение чувствительности необходимо для калибровки фотоприемников, что гарантирует точность и надежность данных, получаемых как в ходе экспериментов, так и в производственных процессах.

Список использованных источников

1. Докторович, И.В. Проблемы при измерениях интегральной чувствительности фотоприемников и некоторые пути их решения / И.В. Докторович, В.Н. Годованюк, В.Г. Юрьев, В.Г. Житарюк // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2015. – № 2–3. – С. 53–60.
2. Есман, А.К. Матричное микрорезонаторное ИК фотоприемное устройство / А.К. Есман, В.К. Кулешов, Г.Л. Зыков // Квантовая электроника. – 2009. – Т. 39. – № 12. – С. 1165–1168.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯГР СПЕКТРОВ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ СПЛАВОВ Fe-Ni

В данной работе проведено моделирование мессбауэровских спектров сплавов железа и никеля Fe-Ni с различным содержанием никеля. Представлена зависимость сверхтонких параметров спектров от концентрации атомов никеля в сплавах. Исследование имеет практическую ценность для прогнозирования фазово-структурных изменений в тонких слоистых системах Ni-Fe при термическом воздействии.

Ключевые слова: мессбауэровский спектр, железо, никель, твердый раствор.

Введение. Сплавы системы Fe-Ni являются наиболее изученными с помощью мессбауэровской спектроскопии на ядрах ^{57}Fe . Основная часть исследований посвящена сплавам на основе инвара с содержанием 35 ат. % Ni.

В работе [1] для сплавов Fe-(0-100 %)Ni были измерены мессбауэровские спектры и рентгеновские дифрактограммы. Было выявлено наличие ОЦК решетки у сплавов с концентрацией никеля до 30 %. Сплавы с $C_{\text{Ni}} > 30\%$ обладают ГЦК кристаллической решеткой. Мессбауэровские исследования также показали особенность точки с $C_{\text{Ni}} = 30\%$. На рисунке 1 представлена зависимость [1] значений сверхтонкого поля на ядрах ^{57}Fe в сплавах Fe-Ni. Видно, что ниже 30% сверхтонкие поля колеблются в интервале 330÷350 кЭ, а выше – резко уменьшаются до 35 кЭ с последующим ростом до ≈ 330 кЭ с небольшим снижением.

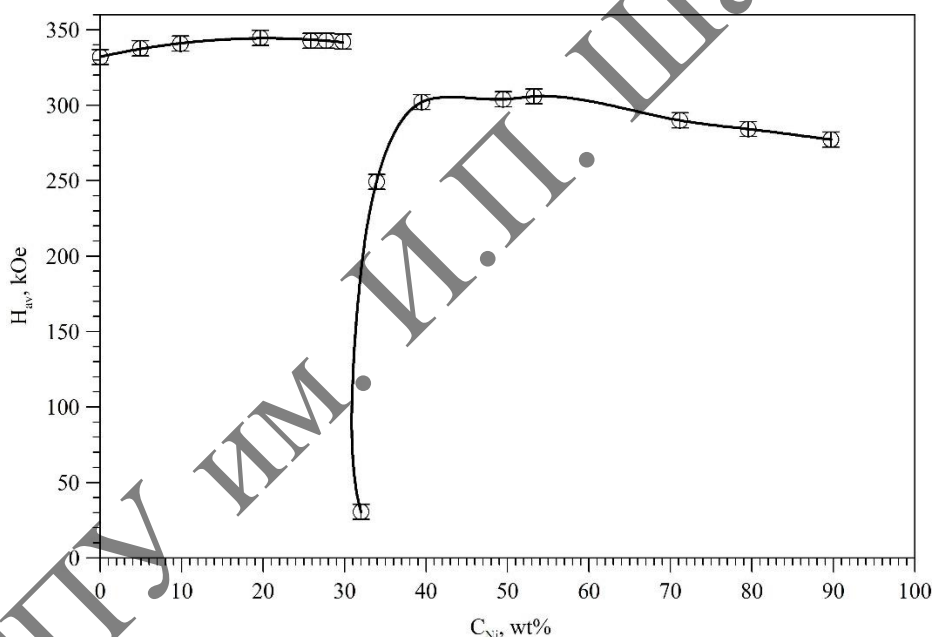


Рисунок 1 – Зависимость сверхтонкого магнитного поля H_h от концентрации атомов никеля в сплавах [1]

В твёрдом растворе на основе системы Fe-Ni атом железа окружён восемью ближайшими соседями. Если принять, что атомы никеля могут равновероятно замещать атомы железа в ближайшем окружении, становится возможным определить вероятности таких конфигураций с использованием биномиального распределения.

Для моделирования спектров использовалась программа SPECTR, входящая в состав программного комплекса MS Tools [2]. Предварительно с помощью матриц определяются связи между линиями парциальных спектров.

Используя значения сверхтонких параметров, полученных в работе [1], по методике [3] были моделированы мессбауэровские спектры сплавов хрома. На рисунках 2–4 представлены результаты моделирования.

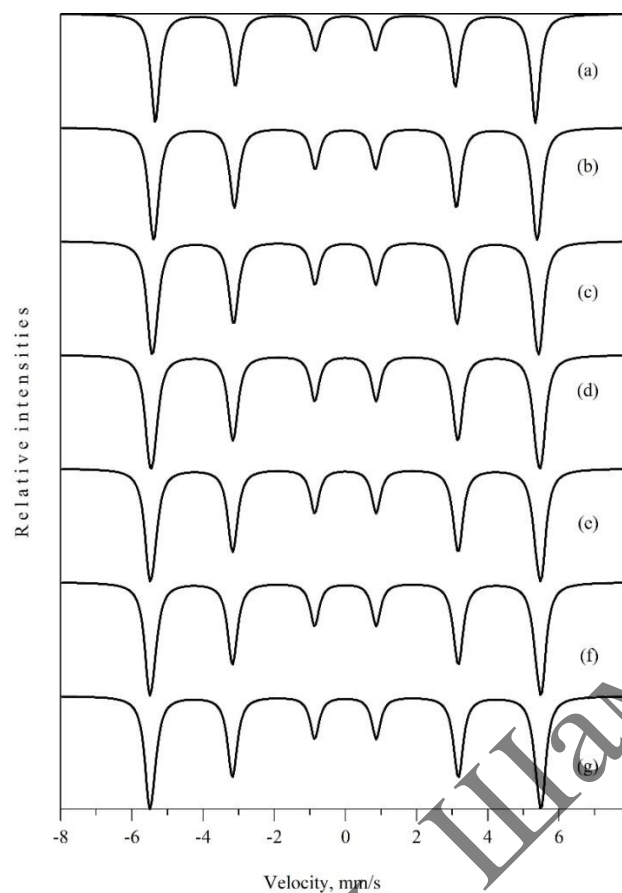


Рисунок 2 – Моделированные спектры сплавов железа с различным содержанием никеля:
(a) – 0 %, (b) – 5 %, (c) – 10 %, (d) – 20 %, (e) – 26 %, (f) – 28 %, (g) – 30 %

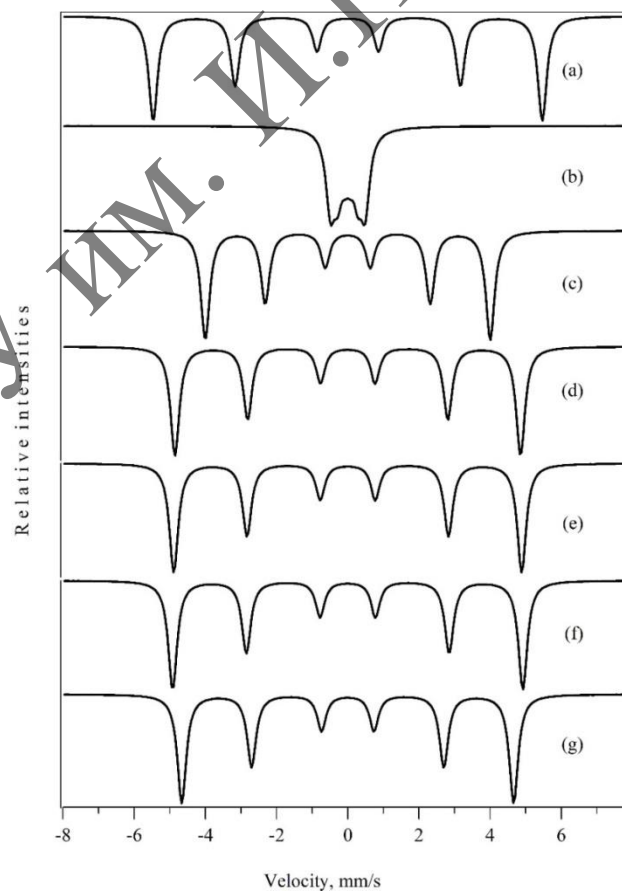
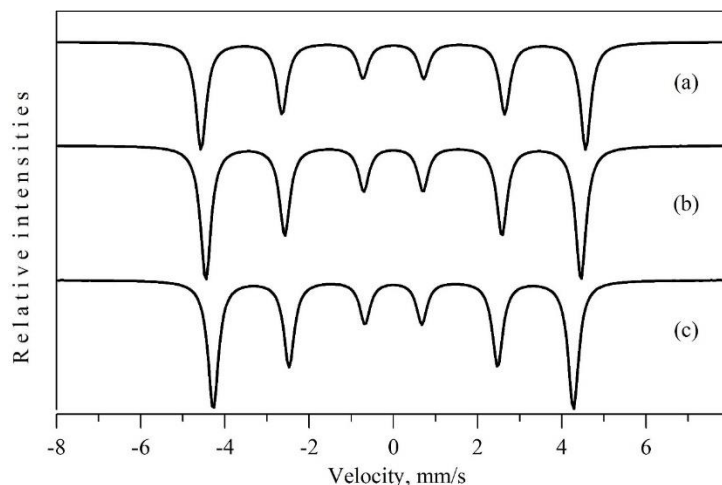


Рисунок 3 – Моделированные спектры сплавов железа с различным содержанием никеля:
(a) – 30 %, (b) – 32 %, (c) – 34 %, (d) – 40 %, (e) – 50 %, (f) – 53 %, (g) – 70 %



**Рисунок 4 – Моделированные спектры сплавов железа с различным содержанием никеля:
(a) – 70 %, (b) – 80 %, (c) – 90 %**

В результате проведенных расчетных исследований концентраций компонентов в слоистой системе Ni-Fe и вероятностей заполнения разных конфигураций окружения атомов железа в твердом растворе были сформированы модели парциальных спектров, которые позволили смоделировать спектр твердого раствора Fe-10% Ni.

Список использованных источников

1. Restrepo, J. Hyperfine field distribution of disordered Fe_{1-x}Ni_x alloys: an experimental and theoretical study / J. Restrepo, L.E. Zamora et al. // *Hyperfine Interactions*. – 1998. – Vol. 3. – P. 213–216.
2. Русаков, В.С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем / В.С. Русаков. – Алматы, 2000.
3. Zhubaev, A.K. / A.K. Zhubaev, S.K. Yerezhopova, T.S. Mukhanbetzhan // *IOP Conf. Series: J. of Physics: Conf. Series*. – 2019. – Vol. 1393. – 012155.

УДК 517.9

А.И. Жук, Е.Н. Защук, Т.И. Каримова

Брестский государственный технический университет

ОБОБЩЕННЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Исследуются системы дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами в алгебре обобщенных функций. Получены ассоциированные решения рассматриваемых систем.

Ключевые слова: задача Коши, система дифференциальных уравнений, ассоциированные решения.

Введение. Рассмотрим следующую задачу Коши на отрезке $T = [0, a] \subset R$:

$$\dot{x}^i(t) = \sum_{j=1}^q f^{ij}(x(t))L^j(t), \quad i = \overline{1, p}, \quad (1)$$

где $x(0) = x_0$ и f^{ij} – некоторые функции, $x(t) = [x^1(t), x^2(t), \dots, x^p(t)]$, а $L^j(t)$ – функции ограниченной вариации на отрезке T . Без ограничения общности будем считать, что функции $L^j(t)$ непрерывны справа. Рассматриваемая система уравнений описывает модель процесса взлета ракеты. Обобщенные коэффициенты позволяют реализовать скачкообразное изменение массы при отбрасывании ступеней ракеты. Решения уравнения (1) в случае непрерывных функций $L^j(t)$ получены в [1, 2].

Задача (1) содержит произведение обобщенных функций. Для корректного определения произведения, стоящего в правой части уравнения (1), можно формализовать данную задачу в рамках теории обобщенных функций [3]. Также возможен переход к интегральному уравнению [4], где интеграл понимается в определенном смысле, или к аппроксимации исходного уравнения дифференциальными

уравнениями с гладкими коэффициентами [5]. Следует отметить, что решения одного и того же уравнения, полученные в рамках интегрального и аппроксимативного подходов, различны.

В данной работе уравнение (1) рассматривается в алгебре новых обобщенных функций, предложенной Лазаковичем Н.В. в работе [6]. Важнейшая особенность новых обобщенных функций состоит в том, что они определяются как классы эквивалентных последовательностей гладких функций и зависят от способа аппроксимации, что позволяет охватить решения, получающиеся в результате толкования задачи (1) с помощью трех описанных выше подходов.

Основные результаты. Согласно работе [6] заменяем обычные функции, присутствующие в (1), на соответствующие им новые обобщенные функции, получим запись уравнения в дифференциалах в алгебре новых обобщенных функций

$$d_{\tilde{h}} \tilde{x}^i(\tilde{t}) = \sum_{j=1}^q \tilde{f}^{ij}(\tilde{t}, \tilde{x}(\tilde{t})) d_{\tilde{h}} \tilde{L}^j(\tilde{t}), \quad i = \overline{1, p} \quad (2)$$

с начальным условием $\tilde{x}|_{[0, \tilde{h}]} = \tilde{x}^0$, где $\tilde{h} = [\{h_n\}] \in H$, $\tilde{a} = [\{a\}] \in \tilde{T}$ и $\tilde{t} = [\{t_n\}] \in \tilde{T}$, $\tilde{x} = [\{x_n(t)\}]$, $\tilde{f} = [\{f_n(t)\}]$, $\tilde{g} = [\{g_n(x)\}]$, $\tilde{x}^0 = [\{x_n^0(t)\}]$, $\tilde{L} = [\{L_n(t)\}]$ и обобщенные функции $\tilde{f}^{ij}$, $\tilde{L}^j$ ассоциируют функции f^{ij} и L^j соответственно.

Будем говорить, что новая обобщенная функция $\tilde{f} = [\{f_n\}]$ ассоциирует обычную функцию или обобщенную функцию f , если f_n сходится к f в некотором топологическом пространстве.

Заменяем в (2) каждую новую обобщенную функцию представителем класса ее определяющего, получим запись (2) на уровне представителей

$$x_n^i(t+h_n) - x_n^i(t) = \sum_{j=1}^q f_n^{ij}(x_n(t)) [L_n^j(t+h_n) - L_n^j(t)], \quad i = \overline{1, p} \quad (3)$$

где $x_n(t)|_{[0, h_n]} = x_{n0}(t)$. Здесь $L_n^j(t) = (L^j * \rho_n)(t) = \int_0^{1/n} L^j(t+s) \rho_n(s) ds$, где $\rho_n \in C^\infty(R)$, $\rho_n \geq 0$,

$\text{supp}(\rho_n) \subseteq [0, 1/n]$, $\int_0^{1/n} \rho_n(s) ds = 1$, а $f_n = f * \tilde{\rho}_n$, $\tilde{\rho} \geq 0$, $\tilde{\rho}_n(x_1, x_2, \dots, x_p) = n^p \tilde{\rho}(nx_1, nx_2, \dots, nx_p)$,

$\tilde{\rho} \in C^\infty(R^p)$, $\int_{[0, 1/n]^p} \tilde{\rho}(x_1, x_2, \dots, x_p) dx_1 dx_2 \dots dx_p = 1$ и $\text{supp} \tilde{\rho} \subseteq [0, 1/n]^p$.

При некоторых дополнительных условиях [5] функция x_n^j будет гладкой, поэтому при этих условиях решение задачи (3) определяет новую обобщенную функцию, которая является решением задачи (2). В данной работе исследуются условия, при которых указанная новая обобщенная функция ассоциирует некоторую обычную функцию x , которую называют ассоциированным решением задачи (1). На уровне представителей указанная проблема сводится к описанию предельного поведения решений задачи (3).

Случай Ито. Для описания предельного поведения задачи (3) рассмотрим систему уравнений

$$x^i(t) = x_0^i + \sum_{j=1}^q \int_0^{t+} f^{ij}(x(s-)) dL^j(s), \quad i = \overline{1, p} \quad (4)$$

Теорема 1. 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 $n \rightarrow \infty$, $h_n \rightarrow 0$ так, что $\frac{1}{n} = o(h_n)$ решение $x_n(t)$ задачи Коши (3) сходится к решению системы уравнений (4) в

пространстве $L^1(T)$, если $\frac{1}{h_n} \int_0^{h_n} |x_{n0}(\tau_t) - x_0| dt \rightarrow 0$.

Случай Ито рассмотрен в других топологических пространствах и с другими условиями для функций f^{ij} $i = \overline{1, p}$, $j = \overline{1, q}$ в работах [7; 8; 9].

Случай Стратоновича. Для описания предельного поведения задачи (3) рассмотрим систему уравнений

$$x^i(t) = x_0^i + \sum_{j=1}^q \int_0^t f^{ij}(x(s)) dL^{jc}(s) + \sum_{\mu_r \leq t} S^i(\mu_r, x(\mu_r-), \Delta L(\mu_r)), \quad i = \overline{1, p}, \quad (5)$$

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 $L^j(t)$, $\Delta L^j(\mu_r) = L^{jd}(\mu_r+) - L^{jd}(\mu_r-)$, $j = \overline{1, q}$ – величина скачка, $S^i(\mu, x, u) = \varphi^i(1, \mu, x, u) - \varphi^i(0, \mu, x, u)$, а $\varphi^i(t, \mu, x, u)$ находится из уравнения

$$\varphi^i(t, \mu, x, u) = x^i + \sum_{j=1}^q u^j \int_0^t f^{ij}(\varphi(s, \mu, x, u)) ds, \quad i = \overline{1, p}.$$

Случай Стратоновича рассмотрен в других топологических пространствах и с другими условиями для функций f^{ij} $i = \overline{1, p}$, $j = \overline{1, q}$ в работах [10; 11; 12].

Из результатов статьи [1] следует, что решение систем (4) и (5) существует и единственно.

Теорема 2. 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 $n \rightarrow \infty$, $h_n \rightarrow 0$ так, что $h_n = o(\frac{1}{n})$ решение $x_n(t)$ задачи Коши (3) для всех $t \in T$ сходится к решению системы уравнений (5), если для любого $t \in T$ выполняется $|x_{n0}(\tau_n) - x_0| \rightarrow 0$.

Из вида ассоциированных решений описанных выше следует, что решения в случае Ито соответствуют интегральному подходу, а в случае Стратоновича – аппроксимативному подходу. Это является следствием того, что уравнения в дифференциалах в алгебре новых обобщенных функций являются более общей конструкцией, чем рассматриваемые в указанных подходах. Проиллюстрируем этот факт следующим примером.

Пример. Рассмотрим следующую систему дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами

$$\begin{cases} \dot{Y}(t) - \dot{H}(t)Y(t) = 0, \\ Y(0) = 1. \end{cases} \quad t \in [0, 1], \quad (6)$$

где $H(s)$ – функция Хэвисайда.

Согласно аппроксимативному подходу $H_n \rightarrow H$, $n \rightarrow \infty$, тогда от (6) переходим

$$\begin{cases} Y_n(t) - H_n(t)Y_n(t) = 0, \\ Y_n(0) = 1. \end{cases} \quad t \in [0, 1] \quad (7)$$

Очевидно, что решением (7) является функция $Y_n(t) \rightarrow Y(t) = e^{H(t)}$.

При интегральном подходе мы заменяем (6) соответственным интегральным уравнением

$$Y(t) - \int_0^t Y(s) dH(s) = 0 \quad \text{или используем конечно-разностную аппроксимацию}$$

$$\begin{cases} Y_n(t+h) - Y_n(t) - [H(t+h) - H(t)]Y_n(t) = 0, \\ Y_n|_{[0, h]} = 1. \end{cases} \quad (8)$$

Из (8) получаем $Y_n(t) \rightarrow Y(t) = 2^{H(t)}$.

Согласно методу, используемому в этой работе, запишем (6) в виде

$$\begin{cases} Y_{h,n}(t+h) - Y_{h,n}(t) - [H_n(t+h) - H_n(t)] Y_{h,n}(t) = 0, \\ Y_{h,n}|_{[0,h)} = Y_{n0}(t). \end{cases}$$

где

$$H_n(t) = \int_0^{1/n} H(t+s)\rho_n(s)ds = \begin{cases} 0, & t < -\frac{1}{n}; \\ \int_{-t}^{1/n} \rho_n(s)ds = \int_{-tn}^1 \rho(s)ds = D(nt), & t \in [-\frac{1}{n}, 0]; \\ 1, & t > 0. \end{cases}$$

Очевидно, что $Y_{h,n}(t+h) = Y_{h,n}(t) + [H_n(t+h) - H_n(t)] Y_{h,n}(t)$, тогда

$$Y_n(t) = \begin{cases} 1, & t < -\frac{1}{n}; \\ 1 + D(nt), & t \in [-\frac{1}{n}, 0]; \\ 2, & t \in [(k-1)h, kh - 1/n]; \\ 2 + D(nt) - D^2(nt), & t \in [kh - 1/n, kh]. \end{cases}$$

Если сначала $n \rightarrow \infty$, а затем $h_n \rightarrow 0$ получаем $Y_n(t) \rightarrow Y(t) = 2^{H(t)}$. Если сначала $h_n \rightarrow 0$, а затем $n \rightarrow \infty$ получаем

$$Y_n(t) = \begin{cases} 1, & t < -\frac{1}{n}; \\ 1 + D(nt), & t \in [-\frac{1}{n}, -\frac{1}{n} + h]; \\ (1 + D(nt)) \prod_{k=0}^p (1 + D((t - (k+1)h)n) - D((t - kh)n)), & t > 0, \end{cases}$$

где $p = [\frac{1}{hn}]$. Тогда $Y_n(t) \rightarrow Y(t) = e^{H(t)}$.

Заключение. Отличительной особенностью подхода применяемого в работе является то, что решение некорректного уравнения не аппроксимируется, как при аппроксимативном подходе, а трактуется как уравнение в дифференциалах, решение которого существует при определенных предположениях, и только после этого находятся условия для существования ассоциированного решения и дается описание корректных уравнений, которым они удовлетворяют.

Список использованных источников

1. Жук, А.И. Системы дифференциальных уравнений в алгебре обобщенных функций / А.И. Жук, О.Л. Яблонский // Вестн Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-мат. наук. – 2011. – № 1. – С. 12–16.
2. Жук, А.И. Systems of equations in differentials with generalized derivatives of continuous functions / А.И. Жук, Е.Н. Зашук // Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. – 2024. – № 3. – С. 22–30.
3. Антосик, П. Теория обобщенных функций: секвенциальный подход / П. Антосик, Я. Микусинский, Р. Сикорский. – М.: Мир, 1976. – 311 с.
4. Das, P.S. Existence and stability of measure differential equations / P.S. Das, R.R. Sharma // Czech. Math. J. – 1972. – Vol. 22, № 1. – P. 145–158.
5. Завалицин, С.Т. Импульсные процессы: модели и приложения / С.Т. Завалицин, А.Н. Сесекин. – М.: Наука, 1991. – 256 с.
6. Лазакович, Н.В. Стохастические дифференциалы в алгебре обобщенных случайных процессов / Н.В. Лазакович // Докл. НАН Беларуси. – 1994. – Т. 38, № 5. – С. 23–27.
7. 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.
8. Zhuk, A.I. On associated solution of the system of non-autonomous differential equations in the Lebesgue spaces / A.I. Zhuk, H.N. Zashchuk // Journal of the Belarusian State University. Mathematics and Informatics. – 2022. – № 1. – P. 6–13.
9. 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.

10. Жук, А.И. Автономные системы дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами / А.И. Жук // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Физика, математика, информатика. – 2017. – № 5 (107). – С. 55–62.

11. Жук, А.И. Многомерные дифференциальные уравнения с обобщенными коэффициентами в алгебре обобщенных функций / А.И. Жук, О.Л. Яблонский // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер.4. Физика, математика. – 2010. – № 2. – С. 77–79.

12. Жук, А.И. Ассоциированные решения многомерных неавтономных дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами / А.И. Жук // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Физика, математика, информатика. – 2015. – № 5 (95). – С. 64–66.

УДК 004.4:517.3

А.И. Жук, Е.Н. Защук, В.А. Шенна, Л.А. Ярмолик
Брестский государственный технический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМВОЛЬНОГО ПАКЕТА MATHEMATICA ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Исследуются способы задания графов и операции над ними в системе компьютерной алгебры Mathematica. Продемонстрированы некоторые возможности символьного пакета при работе с графами.

Ключевые слова: элементы теории графов, система компьютерной алгебры Wolfram Mathematica.

Введение. Теория графов в последнее время нашла широкое применение в различных отраслях науки. Графы используются для моделирования интернета, социальных сетей, помогают оптимизировать маршруты, планировать перевозки. С помощью графов исследуются генетические сети, структуры молекул, взаимодействия между биологическими системами. Теория графов – это универсальный инструмент для решения самых разнообразных задач, и ее применение только расширяется с развитием технологий [1].

В настоящей работе изучаются вопросы выполнения основных операций над графами в символьном пакете Mathematica, а именно их объединение и пересечение. Такие операции используются, например, при слиянии данных социальных платформ и построении общей сети связей между пользователями, для комбинирования транспортных сетей и анализа совпадений маршрутов. Применение СКА Mathematica было уже продемонстрировано ранее авторами в таких математических разделах, как «Теория пределов» и «Аналитическая геометрия» [2–6].

Основная часть. Рассмотрим прикладную задачу: разработать карту общественного транспорта города. Сформируем два графа для автобусных и троллейбусных маршрутов, где вершины графов представляют остановки, а ребра – маршруты между ними. Для создания общей сети всех видов транспорта используем операцию объединения графов, а для определения общих пересадочных узлов – операцию пересечения. Рассмотрим решение поставленной задачи и реализуем соответствующую анимацию с использованием символьного пакета Mathematica. В пакете существуют встроенные функции, которые позволяют проводить необходимые нам действия над графами `GraphIntersection` и `GraphUnion`.

Для начала была реализована данная задача с использованием встроенной библиотеки форм и стилей графов в системе Mathematica [2]. Зададим список графов и выбор графа из этого списка следующим образом:

```
sample={"BannerGraph","BullGraph","ButterflyGraph","ClawGraph","CricketGraph",{"Cycle",5},"DartGraph",  
"DiamondGraph",{"Fan",{3,2}},{"ForkGraph","GemGraph","HouseGraph","HouseXGraph",{"JohnsonSkeleton",12  
},{"KiteGraph",{"Lollipop",{4,1}},{"Path",2},{"Path",3},{"Path",4},{"Path",5},"PawGraph","PentatopeGraph","Sq  
uareGraph",{"Star",5},{"Tadpole",{3,2}},{"TetrahedralGraph","TriangleGraph",{"Wheel",5}};  
graphs=Table[GraphData[sample[[i]]],{i,Length[sample]}];
```

Далее рассмотрим сам программный модуль, который позволяет из заданного массива встроенных графов выбрать два любых графа, а затем выбрать необходимую операцию над этими графами. Текст программы:

```
Manipulate[  
Module[{g,h, style},  
g=graphs[[i]];  
h=graphs[[j]];  
style={VertexSize->0.2,VertexLabels->"Name",ImagePadding->10,ImageSize->{220,320}};  
Grid[{Switch[op,
```

```

1,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Union] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" ==
",20],HighlightGraph[GraphUnion[g,h],g,style]},
2,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Intersection] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" ==
",20],HighlightGraph[g,GraphIntersection[g,h],style]}]}],
{{i,5},None},
{{j,3},None},
Dynamic@Row[{Button["\[LeftArrow]",If[i==1,i=Length[sample],i-]],Spacer[5],Button["-
>",If[i==Length[sample],i=1,i++]],Spacer[10],Style[sample[[i]],Red],Spacer[50],Button["\[LeftArrow]",If[j==1,j=
Length[sample],j-]],Spacer[5],Button["->",If[j==Length[sample],j=1,j++]],Spacer[10],Style[sample[[j]],Red]}],
{{op,1,"выберите операцию над графом"},{1->" объединение \[Union]",Spacer[5],2->" пересечение
\[Intersection]"}},AutorunSequencing->{3},SaveDefinitions->True].

```

Результатом работы программного модуля является вывод на экран изображения двух выбранных графов из заданного списка, операции производимой над ними и графа, полученного при применении выбранной операции. Отметим, что в конечном графе красным цветом подсвечивается первый граф (рисунок 1).

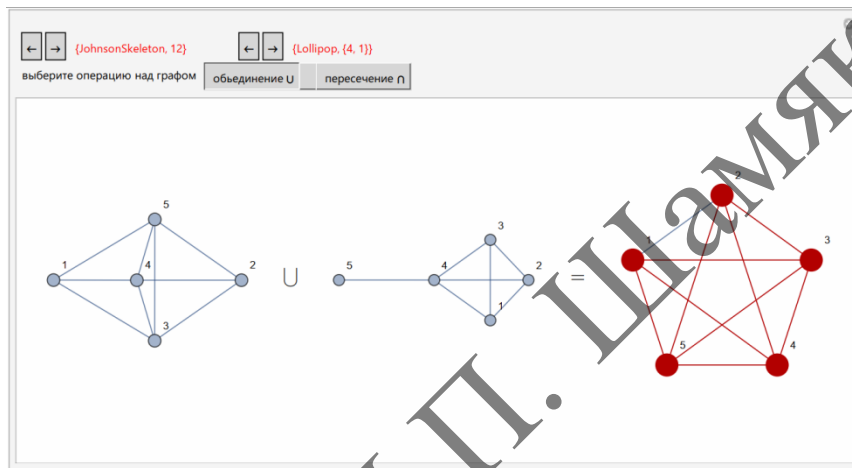


Рисунок 1 – Скриншот результата работы программного модуля, осуществляющего объединение и пересечение графов из списка встроенных графов

В пакете предусмотрена встроенная функция `AdjacencyGraph`, позволяющая строить граф по известной матрице смежности. Используя эту функцию, можно задать произвольный граф с указанным числом вершин. Следующий программный модуль по заданному числу вершин для первого и второго графа генерирует их случайным образом, а затем осуществляет выбранную операцию над ними:

```

Manipulate[
Module[{g,h, style},
m1=RandomInteger[1,{n,n}];
m2=RandomInteger[1,{m,m}];
g=AdjacencyGraph[m1,DirectedEdges->False];
h=AdjacencyGraph[m2,DirectedEdges->False];
style={VertexSize->0.2,VertexLabels->"Name",ImagePadding->10,ImageSize->{220,320}};
Grid[{Switch[op,
1,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Union] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" ==
",20],HighlightGraph[GraphUnion[g,h],g,style]},
2,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Intersection] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" ==
",20],HighlightGraph[g,GraphIntersection[g,h],style]}]}],
{{n,5,"введите число вершин первого графа"},2,7,1,Appearance->"Labeled"},
{{m,4,"введите число вершин второго графа"},2,7,1,Appearance->"Labeled"},
{{op,1,"выберите операцию над графом"},{1->" объединение \[Union]",Spacer[5],2->" пересечение
\[Intersection]"}},AutorunSequencing->{3},SaveDefinitions->True].

```

Следует отметить, что программа отслеживает корректность взаимосвязи между числом вершин и ребер графа. Результатом работы программы является подсвеченное красным пересечение графов на фоне первого введенного графа (рисунок 2).

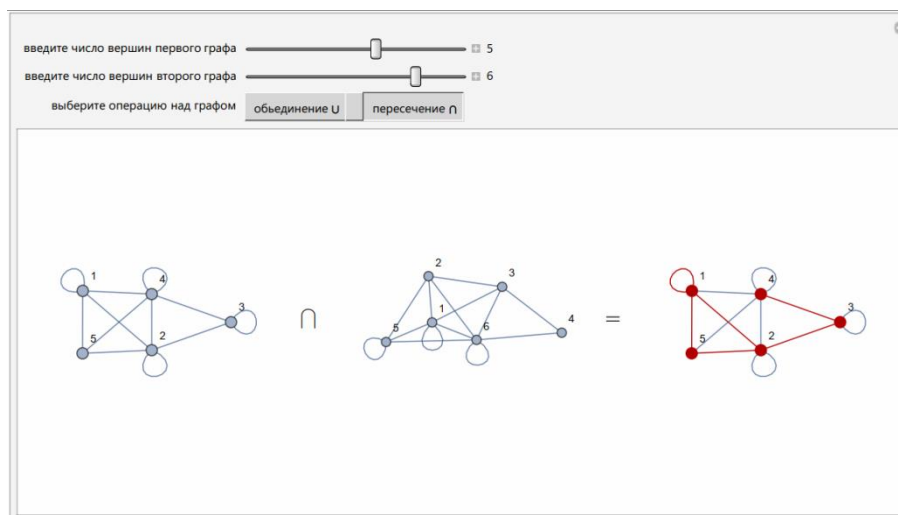


Рисунок 2 – Скриншот результата работы программного модуля, осуществляющего операции над графами, заданными случайным образом по количеству вершин

В случае необходимости задания ориентированного графа в функции AdjacencyGraph присутствует опция DirectedEdges → True. Описанный программный модуль является рабочим и для ориентированных графов.

Заключение. В ходе проведения работы были изучены основные встроенные функции в рассматриваемой системе компьютерной алгебры Mathematica для работы с графами. Продемонстрированы некоторые возможности Mathematica для задания графов, проведения над ними операций и их визуализации.

Список использованных источников

1. Лекции по теории графов / В.А. Емеличев [и др.]. – М. : Наука, 1990.
2. Wolfram Demonstrations Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://demonstrations.wolfram.com>.
3. Зашук, Е.Н. Использование методов компьютерной алгебры в лекциях «Предел числовой последовательности и функции» / Е.Н. Зашук, А.И. Жук, Л.П. Махнист // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2023. – № 1 (130). – С. 125–128.
4. Чичурин, А.В. Применение системы Mathematica при решении дифференциальных уравнений и в задачах математического моделирования : курс лекций для студентов специальности 1-31 03 01 «Математика (по направлениям)» : в 3 ч. / А.В. Чичурин, Е.Н. Швычкина. – Брест : Белорус. гос. ун-т, 2016. – Ч. 1. – 62 с.
5. Зашук, Е.Н. Вычислительная визуализация определения эллипса / Е.Н. Зашук, А.И. Жук // XII республиканская научно-практическая конференция «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии» : материалы конф., Брест, 20 окт. 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. Д.В. Грицука. – Брест, 2023. – С. 45–46.
6. Вычислительная визуализация определений кривых второго порядка / Е.Н. Зашук, А.И. Жук // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25–27 апр. 2024 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. А.И. Басика. – Брест, 2024. – С. 145–148.

УДК (539.26+539.533):669.71

Д.А. Зерница

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМЕ (Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn)

В работе представлены результаты исследования контактной зоны «подложка – припой» для многокомпонентных сплавов Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al, полученных методом высокоскоростной кристаллизации из расплава. Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) изучалось картирование элементного состава и характер распределения легирующих элементов.

Ключевые слова: фольга; припой; Sn-Zn-Al; элементное картирование; состав; интерметаллид; подложка; паяное соединение.

Введение. Технологии кристаллизации при сверхвысоких скоростях (охлаждение со скоростью 10^5 К/с и выше) способны значительно изменить микроструктуру сплавов. Структуры материалов, образующиеся в таких сильно неравновесных охлажденных системах, оказывают значительное влияние на свойства получаемого материала [1]. Метод сверхбыстрого охлаждения позволяет установить технологические режимы, обеспечивающие массовое производство сплавов для нужд промышленной электроники с относительно низкими энергетическими и временными затратами. Разработка этой методики является актуальной, поскольку она сможет существенно снизить себестоимость продукции и улучшить эксплуатационные характеристики изделий.

Несмотря на значительный комплекс исследований, направленный на изучение структур и свойств сплавов, полученных методом сверхбыстрого охлаждения, остаётся актуальным вопрос о влиянии различных структурных перестроек в жидкой фазе на структуру и свойства аморфных сплавов, а также о роли структурной микронеоднородности в формировании свойств получаемого материала [2; 3]. Проводимые нами ранее исследования структуры и свойств быстрозатвердевшего сплава Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al показали наличие уникальных свойств и формирование дисперсной структуры за счёт модифицирования бинарного сплава Sn-Zn легирующим алюминием. Тем не менее, анализ паяных соединений, полученных пайкой быстрозатвердевшими припоями вышеуказанного состава на латунную подложку, с определением структуры слоёв и фаз, является весьма важным, что определяет актуальность нашей работы.

Как отмечалось нами ранее, к достоинствам метода сверхбыстрой кристаллизации можно отнести его низкую энергоёмкость, простоту технологического процесса и возможность получения материалов в виде тонких фольг без необходимости дополнительной механической обработки [1]. В этом случае быстрозатвердевшие фольги могут быть размещены между соединяемыми изделиями, полностью заполняя область пайки, после чего осуществляется нагрев этой зоны. Это обеспечивает растекание припоя во все труднодоступные места и зазоры без избыточного перегрева элементов микросхем, что значительно снижает энергетические затраты и улучшает качество паяного шва.

Исходные материалы были изготовлены согласно методике, описанной нами в работе [1]. Процесс пайки припоями в виде тонких фольг проходил спустя 14 дней их выдержки при комнатной температуре.

На рисунке 1 представлено изображение поперечного сечения спая (Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn) вблизи подложки и график распределения элементов фаз от расстояния.

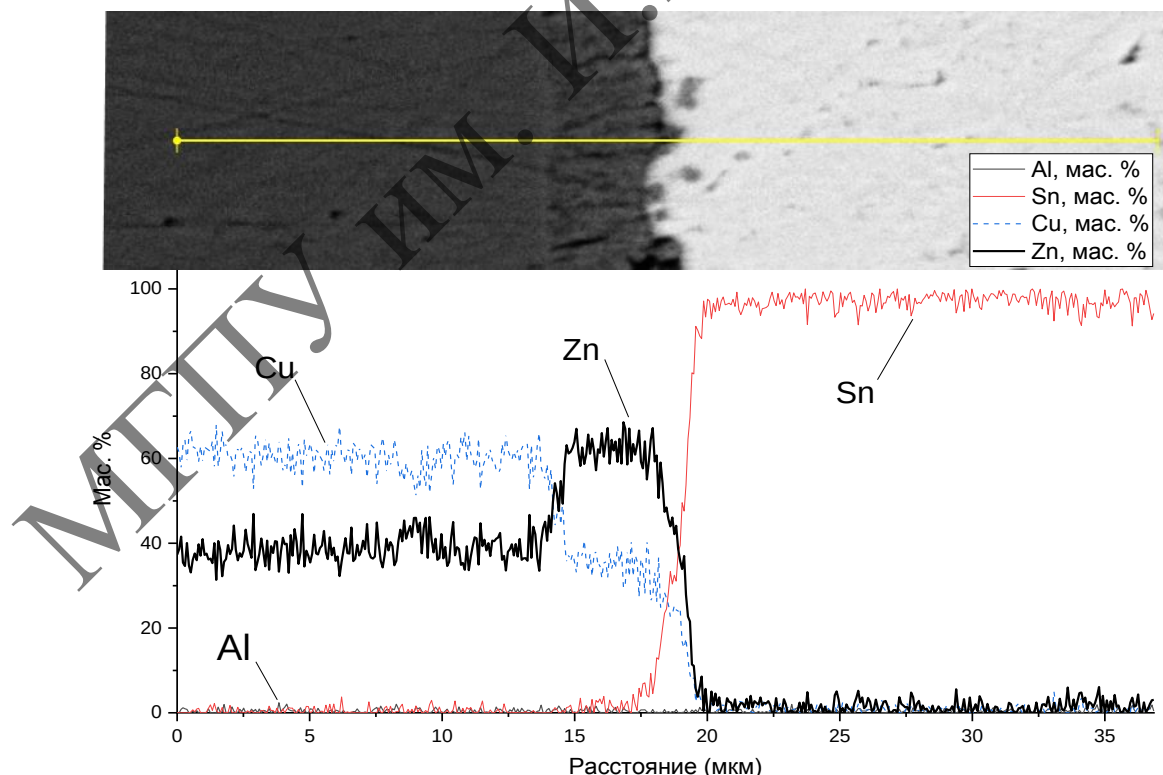
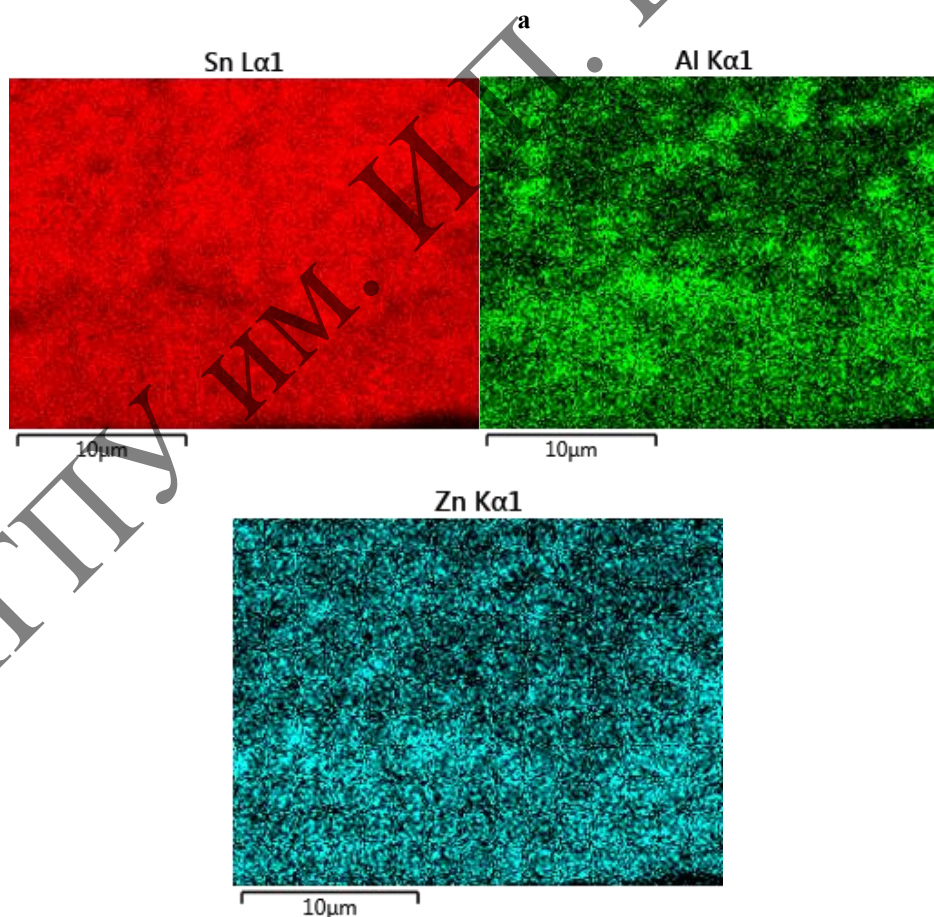
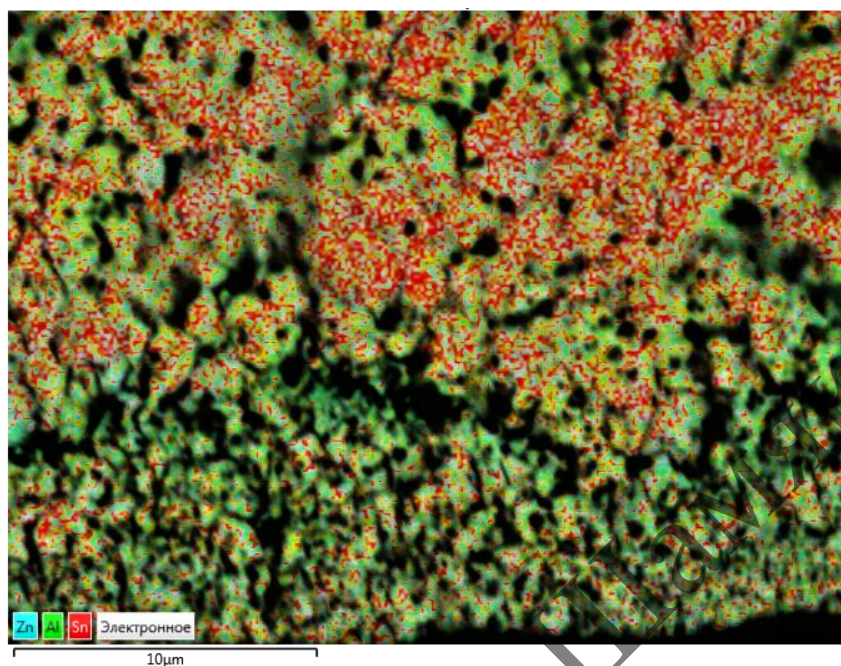


Рисунок 1 – Структура поперечного слоя (Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn) и распределение элементов фаз

В переходной зоне между припоем и подложкой наблюдается концентрационный скачок фазы цинка.

Для определения состава использовался метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. На ЭДС-картах (рисунок 2, а, б) для спая (Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn) отмечается однородное распределение компонентов припоя между латунной пластиной.



а – многослойная карта ЭДС; б – карты распределения фаз Sn, Al, Zn
Рисунок 2 – ЭДС-карты структур в поперечном сечении спая системы
(Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn)

Установлено, что в области между припоем и подложкой образуется переходный слой шириной около 5 микрон. Такой слой в быстрозатвердевшем сплаве фольги имеет компоненты как припоя, так и материала подложки. По мере приближения к зоне припоя от подложки образуется ступенька (рисунок 1), соответствующая скачку концентрации цинка. По результатам анализа слоя ЭДС-методом отмечалась повышенная концентрация цинка в переходной зоне (рисунок 1), т. е. цинк диффундирует к границам в области подложки. В этой области, согласно результатам ЭДС-метода образованию соединения интерметаллида $\gamma\text{-Cu}_5\text{Zn}_8$, ранее описанного в работах J.W. Yoon, C.M. Chen [4; 5]. Интерметаллическое соединение Cu_5Zn_8 имеет сложную кубическую решётку с 52 атомами в ячейке, параметром ячейки $a = 0,8888$ нм.

Таким образом, паяный шов характеризуется однородным распределением компонентов припоя с наличием в паяном соединении диффузионной зоны между припоем и подложкой толщиной около 5 мкм, состоящей из интерметаллического дисперсного двухкомпонентного соединения фазы Cu_5Zn_8 .

Список использованных источников

1. Zernitsa, D.A. Study of the Structure and Properties of Rapidly Solidified Tin–Zinc Eutectic Alloys Doped with Antimony / D.A. Zernitsa, V.G. Shepelevich // Inorganic Materials : Applied Research. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 86–95.
2. Васильев, В.А. Высокоскоростное затвердевание расплава (теория, технология и материалы) / В.А. Васильев, Б.С. Митин, И.Н. Пашков. – М. : Интермет инжиниринг, 1998. – 400 с.
3. Судзуки, К. Аморфные металлы / К. Судзуки, Х. Дудзимори, К. Хасимото. – М. : Металлургия, 1987. – 328 с.
4. Yoon, J.W. Interfacial reaction and mechanical characterization of eutectic Sn–Zn / ENIG solder joints during reflow and aging / J.W. Yoon, H.S. Chun, S.B. Jung // Materials Transactions. – 2005. – Vol. 46, iss. 11. – P. 2386–2393.
5. Morphological evolution of the reaction product at the Sn–9wt.%Zn/thin-film Cu interface / C.M. Chen [et al.] // Journal of Electronic Materials. – 2008. – Vol. 37, iss. 10. – P. 1605–1610.

УДК 517.9

М.Г. Кот

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

СХОДИМОСТЬ СЕМЕЙСТВА РЕЗОЛЬВЕНТ

Уравнения вида $L_\varepsilon u = -\Delta u + A(\varepsilon)\delta u = f$ активно изучаются и рассматриваются в разных приложениях. Произведение δu , входящее в данное уравнение, не определено в классической теории обобщенных функций, и одной из основных задач является придание смысла выражению, находящемуся в левой части уравнения.

Для исследования уравнений с δ -образными коэффициентами были построены аппроксимации рассматриваемого выражения с помощью операторов конечного ранга; найдены резольвенты аппроксимирующего семейства в явном виде. Одной из основных задач является исследование поведения построенных резольвент при $\varepsilon \rightarrow 0$.

Ключевые слова: обобщенная функция, асимптотика, резольвента, сходимость.

Введение.

Уравнения вида

$$L_0 u = -\Delta u + a(\varepsilon)\delta u = f, \quad (1)$$

где δ есть δ -функция Дирака, рассматриваются в разных приложениях [1] и активно изучаются.

Один из основных подходов к определению понятия решения уравнения и построению таких решений основан на аппроксимации выражения в левой части (1) семейством корректно заданных операторов L_ε и затем нахождении предела резольвент

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} (L_\varepsilon - \lambda)^{-1} := R(\lambda).$$

Если такой предел существует, то операторно-значная функция $R(\lambda)$ оказывается резольвентой некоторого оператора, который соответствует рассматриваемой аппроксимации формального выражения.

В случае операторов в пространстве $L_2(R^3)$ скалярных функций было обнаружено, что в типичных случаях $R_0(\lambda)$ есть резольвента невозмущенного оператора $R_0(\lambda) = (-\Delta - \lambda I)^{-1}$, но возможны случаи резонанса, когда $R_0(\lambda)$ есть резольвента некоторого оператора, отличного от $-\Delta$. Резольвента $R_0(\lambda)$ действует по формуле

$$R_0(\lambda)f = E_\lambda * f,$$

где $*$ – свертка функций, а $E_\lambda(x)$ – фундаментальное решение для оператора $-\Delta u - \lambda u$, заданное формулой

$$E_\lambda(x) = \frac{1}{4\pi\|x\|} e^{-\mu\|x\|},$$

где $\mu^2 = -\lambda$, $\operatorname{Re} \mu > 0$. Отметим, что $E_\lambda \in L_2(R^3)$.

Спектр оператора $-\Delta$ есть положительная полупрямая, причем спектр не содержит собственных значений. А у предельных операторов, отличных от $-\Delta$, имеется одно собственное значение. У аппроксимирующего оператора L_ε спектр может содержать (в зависимости от выбранного способа аппроксимации) конечный или даже бесконечный набор собственных значений. Поэтому общая задача заключается в описании поведения собственных значений аппроксимирующих операторов и выяснении того, как в пределе из них получается одно собственное значение.

Анализ систем уравнений обычно более сложный по сравнению с анализом одного уравнения. Целью работы является исследование в пространстве вектор-функций $L_2(R^3)^2$ системы уравнений (1), где $u = (u_1, u_2)$, а коэффициент является матрицей вида

$$a(\varepsilon) = \begin{pmatrix} 0 & a_1(\varepsilon) \\ a_2(\varepsilon) & 0 \end{pmatrix}.$$

Данный вид матрицы коэффициентов соответствует тому, что вторая компонента воздействует на первую, а первая воздействует на вторую.

Основная часть.

Рассматриваем систему

$$\begin{aligned} -\Delta u_1 + a_1(\varepsilon)\delta u_2 &= f_1, \\ -\Delta u_2 + a_2(\varepsilon)\delta u_1 &= f_2, \end{aligned}$$

которая является формальной из-за входящего в нее произведения δu . Оператор

$$L_\varepsilon u = -\Delta u + a(\varepsilon) \int u(y) \varphi_\varepsilon(y) dy \varphi_\varepsilon(x)$$

задает аппроксимацию формального выражения $-\Delta u + a(\varepsilon)\delta u$. В покоординатной записи это семейство имеет вид

$$\begin{aligned} L_\varepsilon(u)_1 &= -\Delta u_1 + a_1(\varepsilon) \int u_2(y) \varphi_\varepsilon(y) dy \varphi_\varepsilon(x), \\ L_\varepsilon(u)_2 &= -\Delta u_2 + a_2(\varepsilon) \int u_1(y) \varphi_\varepsilon(y) dy \varphi_\varepsilon(x). \end{aligned}$$

Лемма. Резольвента $(L_\varepsilon - \lambda)^{-1}$ аппроксимирующего семейства $L_\varepsilon(u)$ записывается в виде

$$(L_\varepsilon - \lambda)^{-1} = R_0(\lambda) f - S(\varepsilon, \lambda) \cdot \tilde{f} \cdot (R_0(\lambda) \varphi_\varepsilon)(x), \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} R_0(\lambda) f &= \begin{bmatrix} R_0(\lambda) f_1 \\ R_0(\lambda) f_2 \end{bmatrix}, \quad \tilde{f} = \begin{bmatrix} \tilde{f}_1 \\ \tilde{f}_2 \end{bmatrix}, \\ \tilde{f}_1 &= \int (R_0(\lambda) f_2)(y) \varphi_\varepsilon(y) dy, \\ \tilde{f}_2 &= \int (R_0(\lambda) f_1)(y) \varphi_\varepsilon(y) dy, \end{aligned}$$

и $S(\varepsilon, \lambda)$ есть матрица вида

$$S(\varepsilon, \lambda) = \frac{1}{1 - a_1(\varepsilon)a_2(\varepsilon)b^2(\varepsilon, \lambda)} \begin{bmatrix} a_1(\varepsilon) & -a_1(\varepsilon)a_2(\varepsilon)b(\varepsilon, \lambda) \\ -a_1(\varepsilon)a_2(\varepsilon)b(\varepsilon, \lambda) & a_2(\varepsilon) \end{bmatrix},$$

$$b(\varepsilon, \lambda) = \int (R_0(\lambda)\varphi_\varepsilon)(y)\varphi_\varepsilon(y)dy.$$

Резольвента определена, если: $\lambda \notin R^+$ и

$$1 - a_1(\varepsilon)a_2(\varepsilon)b^2(\varepsilon, \lambda) \neq 0.$$

Основной задачей является исследование поведения построенных резольвент (2) при $\varepsilon \rightarrow 0$. Обозначим

$$R_0(\lambda)f_1 = u_0^1 = E_\lambda * f_1,$$

$$R_0(\lambda)f_2 = u_0^2 = E_\lambda * f_2.$$

Эти функции принадлежат пространству Соболева $H^2(R^3)$ и являются непрерывными. Тогда

$$\tilde{f}_1(\varepsilon) = \int (R_0(\lambda)f_1)(y)\varphi_\varepsilon(y)dy \rightarrow u_0^1(0),$$

$$\tilde{f}_2(\varepsilon) = \int (R_0(\lambda)f_2)(y)\varphi_\varepsilon(y)dy \rightarrow u_0^2(0).$$

Существование пределов здесь следует из непрерывности функций $u_0^1(0)$ и $u_0^2(0)$. Кроме того, известно, что

$$E_\lambda(\varepsilon) = E_\lambda * \varphi_\varepsilon \rightarrow E_\lambda,$$

причем сходимость имеет место не только в смысле обобщенных функций, но и в $L_2(R^3)$.

Из существования указанных пределов получаем, что нахождение предела резольвент сводится к нахождению предела

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} S(\varepsilon, \lambda) = D(\lambda).$$

и если этот предел существует, то он имеет вид

$$R(\lambda) = R_0(\lambda)f - D(\lambda) \begin{bmatrix} u_0^2(0) \\ u_0^1(0) \end{bmatrix} \cdot E(\lambda).$$

При этом в случае $D(\lambda) \equiv 0$ получаем резольвенту Лапласа. Это соответствует тому, что в этом случае дельтаобразная добавка в уравнении в пределе не влияет на вид решения.

Случай $D(\lambda) \neq 0$ соответствует ситуации, когда дельтаобразная добавка в уравнении существенно изменяет вид решения. Таким образом, задача сводится к получению условий существования предела семейства матриц

$$S(\varepsilon, \lambda) = [A^{-1}(\varepsilon) + B(\varepsilon, \lambda)]^{-1},$$

нахождению этого предела и получению условий, при которых предел отличен от нуля.

В трехмерном случае для величины $b(\varepsilon, \lambda)$ имеет место разложение

$$b(\varepsilon, \lambda) = M \frac{1}{\varepsilon} - \frac{\mu}{4\pi} + o(\varepsilon),$$

где

$$M(\varepsilon, \lambda) = \frac{1}{4\pi} \int \left(\int \varphi(y)\bar{\varphi}(x-y)dy \right) \frac{1}{\|x\|} dx.$$

Поскольку функция $b(\varepsilon, \lambda)$ разлагается в ряд, предполагается, что матрица $[A(\varepsilon)]^{-1}$ также разлагается в ряд по степеням ε . В действительности, в рассматриваемом вопросе существенно существование только нескольких первых членов такого разложения, но их количество в разных ситуациях может быть разным.

Заключение

Таким образом, исследовано поведение резольвент вида

$$(L_\varepsilon - \lambda)^{-1} = R_0(\lambda)f - S(\varepsilon, \lambda) \cdot \tilde{f} \cdot (R_0(\lambda)\varphi_\varepsilon)(x),$$

при $\varepsilon \rightarrow 0$. Причем сходимость имеет место не только в смысле обобщенных функций, но и в $L_2(R^3)$.

Список использованных источников

1. Антоневиц, А.Б. Аппроксимации операторов с дельта-образными коэффициентами / А.Б. Антоневиц, Т.А. Романчук // Актуальные проблемы математики : сб. науч. тр. ГрГУ им. Я. Купалы / редкол.: Е.А. Ровба [и др.]. – Гродно, 2008. – С. 11–28.
2. Антоневиц, А.Б. Уравнения с дельта-образными коэффициентами: метод конечномерных аппроксимаций / А.Б. Антоневиц, Т.А. Романчук. – LAPLAMBERT, Германия, г. Саарбрюккен, 2012.
3. Романчук, Т.А. Явление резонанса для матрично-значных функций / Т.А. Романчук // Вес. НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2008. – № 2. – С. 8–16.
4. Кашенко, И.С. Асимптотическое разложение решений уравнений : метод указания / И.С. Кашенко ; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2011. – 44 с.

УДК 534.241:534

Г.В. Кулак, Т.В. Николаенко, Л.А. Тозик

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ФОТОУПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ, ВОЗМУЩЕННЫХ СДВИГОВОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНОЙ

Установлены фотоупругие параметры метаматериалов для несимметричных включений с использованием матрицы поворота частиц среды в поле сдвиговой ультразвуковой волны. Показано, что существуют оптимальные углы поворота эллипсоидальных частиц-включений, при которых фотоупругая постоянная достигает максимального значения. Найдены оптимальные углы поворота таких частиц, при которых фотоупругие постоянные p_{46} , p_{26} и p_{36} достигают максимального значения. Показано, что для метасреды Si/SiO₂ величина p_{46} достигает максимального отрицательного значения, соответствующего включениям игольчатой формы $\sim -0,1$. Для включений чешуйчатой формы фотоупругая постоянная p_{46} принимает максимальные положительные значения $\sim 0,7$.

Ключевые слова: фотонный кристалл, метаматериал, фотоупругий эффект, сдвиговая ультразвуковая волна.

Введение. При распространении в упругой среде сдвиговой ультразвуковой (УЗ) волны возникают локальные изменения объемов среды, не приводящие к локальным изменениям концентрации наночастиц среды. При этом имеет место изменение диэлектрической проницаемости материала, то есть его показателя преломления. Данный эффект имеет место для включений в матрицу материала наночастиц, например, эллипсоидальной формы [1].

Рассмотрим композитную среду с диэлектрической проницаемостью ε_c , в которую внедрены наночастицы с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_\varepsilon = \varepsilon'_\varepsilon + i\varepsilon''_\varepsilon$, где ε'_ε ($\varepsilon''_\varepsilon$) – действительная (мнимая) части диэлектрической проницаемости. Предполагается (в общем случае), что металлические включения обладают поглощающими оптическими свойствами. Предполагается, что включения в виде эллипсоидов вращения имеют размеры, существенно меньшие длины световой волны λ ($\lambda \ll a, b$, где b и a – большая и малая оси эллипсоидов вращения). В такой модели оси эллипсоидов ориентированы определенным образом.

Для определения диэлектрических свойств метаматериалов используем статистическую модель Максвелла-Гарнета [2]. При использовании модели диэлектрическая проницаемость среды ε удовлетворяет соотношению [1]:

$$(\varepsilon - \varepsilon_c) \left[\varepsilon_\varepsilon + l(\varepsilon_\varepsilon - \varepsilon_c) \right] - \eta(\varepsilon_\varepsilon - \varepsilon_c) \left[(\varepsilon - \varepsilon_c) + \varepsilon_c \right] = 0, \quad (1)$$

где $\eta(\vec{r}, t)$ – объемная доля включений материала. Для эллипсоидальных включений следует полагать

$$\eta(\vec{r}, t) = \frac{4}{3} \pi a^2 b N(\vec{r}, t), \quad (2)$$

где $N(\vec{r}, t)$ – локальное число включений в единице объема вещества, l – коэффициент деполяризации, выражаемый через отношение полуосей эллипса $\xi = a/b$.

Очевидно, что в такой модели коэффициент деполяризации различен для различных поляризаций падающей на материал световой волны. Если световая волна имеет поляризацию вдоль (ортогонально) оси вращения эллипсоида, то она характеризуется коэффициентом деполяризации $l_{||}$ ($l_{\perp}$). Данные коэффициенты удовлетворяют соотношениям:

$$\begin{aligned} l_{||} &= \left(1 - \xi \arcsin \sqrt{1 - \xi^2} / \sqrt{1 - \xi^2} \right) / \sqrt{1 - \xi^2}, \\ l_{\perp} &= \left[1 - \left(1 - \xi \arcsin \sqrt{1 - \xi^2} / \sqrt{1 - \xi^2} \right) / \sqrt{1 - \xi^2} \right] / 2. \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда коэффициенты $\varepsilon_{||}$ и $\varepsilon_{\perp}$ имеют вид:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{||,\perp} &= \varepsilon \left[(l_{||,\perp} - 1)(\eta - 1)\varepsilon_c + (l_{||,\perp} + \eta - l_{||,\perp}\eta)\varepsilon_e \right] \\ &\left\{ [1 - l_{||,\perp}(\eta - 1)]\varepsilon_c - l_{||,\perp}(\eta - 1)\varepsilon_e \right\}^{-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Предположим, что сдвиговая УЗ волна с вектором смещений $\vec{u}(x, t)$ распространяется вдоль оси X, то есть

$$\vec{u}(x, t) = \vec{u}_0 \exp[i(Kx - \Omega t)], \quad (5)$$

где $\vec{u}_0 \parallel OY (OZ)$ – амплитуда УЗ волны; $K = \Omega / v_s$, причем v_s – фазовая скорость сдвиговой УЗ волны, Ω – круговая частота. В рассматриваемой модели упругой среды полагается, что модули упругости включений композитной среды таковы, что под действием УЗ волны их деформации не происходят.

Будем полагать в дальнейшем, что УЗ волна распространяется вдоль оси X и падающая световая волна также распространяется вдоль той же оси и поляризована вдоль осей Y или Z в системе координат XYZ. Тогда оси вращения эллипсоидальных включений ориентированы вдоль оси Y. Световая волна s-поляризации характеризуется компонентой тензора диэлектрической проницаемости $\varepsilon_{\perp}$, а волна p-поляризации компонентой $\varepsilon_{||}$. Тогда оптическая ось среды метаматериала с искусственной одноосной анизотропией направлена вдоль оси Z. Если $\varepsilon_{||} > \varepsilon_{\perp}$ ($\varepsilon_{||} < \varepsilon_{\perp}$), то композитная среда соответствует оптически положительному (отрицательному) кристаллу.

В рассмотренной модели упругого метаматериала сдвиговые деформации приводят к небольшому повороту наноэллипсоидов вращения вокруг оси OZ, когда смещение в УЗ волне происходит вдоль оси OY (см. рисунок 1).

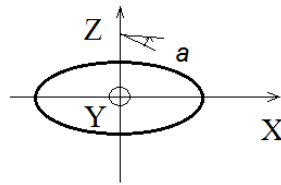


Рисунок 1 – Схема поворота эллипсоида вращения на угол α вокруг оси OZ

В результате поворота частицы среды тензор диэлектрической проницаемости преобразуется следующим образом:

$$\varepsilon_{ik}(x \rightarrow \alpha) = M_{im} \varepsilon_{mp} \tilde{M}_{pk}, \quad (6)$$

где $M_{im}(\tilde{M}_{pk})$ – матрица поворота (транспонированная к ней матрица). Тогда получаем следующее соотношение для тензора $\varepsilon_{ik}(x \rightarrow \alpha)$

$$\varepsilon_{ik}(x \rightarrow \alpha) = \begin{pmatrix} \varepsilon_{\perp} & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_{\perp} + (\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel}) \sin^2 \alpha & \frac{1}{2}(\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel}) \sin 2\alpha \\ 0 & \frac{1}{2}(\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel}) \sin 2\alpha & \varepsilon_{\parallel} + (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Из выражения (7) следует, что тензор диэлектрической проницаемости $\varepsilon_{ik}(x \rightarrow \alpha)$ содержит недиагональные компоненты, ответственные за взаимодействие световых волн, поляризованных вдоль оси ОУ и ОZ, распространяющихся вдоль оси ОХ (коллинеарное анизотропное АО взаимодействие).

Отличные от нуля компоненты тензора обратной диэлектрической проницаемости $\varepsilon^{-1}_{ik}(x \rightarrow \alpha)$ имеют вид:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{22}^{-1} &= \frac{[\varepsilon_{\parallel} - (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha]}{[\varepsilon_{\parallel} - (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha][\varepsilon_{\perp} + (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha] - 0,25(\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel})^2 \sin^2 2\alpha}}, \\ \varepsilon_{23}^{-1} &= \frac{-0,5(\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel}) \sin 2\alpha}{[\varepsilon_{\parallel} - (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha][\varepsilon_{\perp} + (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha] - 0,25(\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel})^2 \sin^2 2\alpha}}, \\ \varepsilon_{33}^{-1} &= \frac{[\varepsilon_{\perp} - (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha]}{[\varepsilon_{\parallel} - (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha][\varepsilon_{\perp} + (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}) \sin^2 \alpha] - 0,25(\varepsilon_{\perp} - \varepsilon_{\parallel})^2 \sin^2 2\alpha}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Далее, в выражениях (8), выполним замену: $\alpha \rightarrow \alpha + \partial u_y / \partial x$. Затем разложим полученные выражения в степенной ряд по малому параметру $\partial u_y / \partial x$. Тогда получим следующие выражения для компонент тензора фотоупругих постоянных:

$$p_{46} = \left(\frac{\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}}{2\varepsilon_{\parallel}\varepsilon_{\perp}} \right) (\sin 2\alpha - \cos 2\alpha), \quad p_{26} = \left(\frac{\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}}{2\varepsilon_{\parallel}\varepsilon_{\perp}} \right) \sin 2\alpha, \quad p_{36} = \left(\frac{\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}}{2\varepsilon_{\parallel}\varepsilon_{\perp}} \right) \cos 2\alpha. \quad (9)$$

Из выражений (20) следует, что существуют оптимальные углы поворота α , при которых фотоупругая постоянная достигает максимального значения. Фотоупругая постоянная p_{46} достигает максимального значения при $\alpha = [(2m+1)/4 - 1/8]\pi$, где $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ [1]; постоянная p_{26} – при $\alpha = [m/2 + 1/4]\pi$; постоянная p_{36} – при $\alpha = \pi m/2$.

На рисунке 2 представлена зависимость максимального значения фотоупругой постоянной p_{46} от величины параметра ξ при различных значениях концентрации включений N_0 .

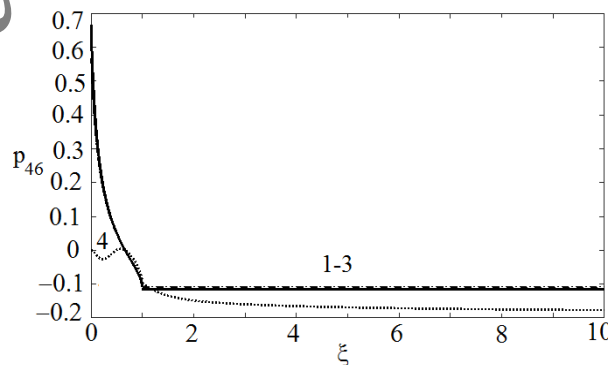


Рисунок 2 – Зависимость фотоупругой постоянной p_{46} от отношения полуосей эллипсоида ξ при различных концентрациях включений N_0 : 1- 10^{16} , 2- $1,2 \cdot 10^{16}$, 3- $1,3 \cdot 10^{16}$, 4- $1,4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ (Si – матрица, SiO_2 – включение, $\varepsilon_c=12,7$, $\varepsilon_b=3,57$, $\alpha = [(2m+1)/4 - 1/8]\pi$, $b=1 \text{ мкм}$)

Из рисунка 2 следует, что при увеличении параметра ξ происходит уменьшение фотоупругой постоянной p_{46} для $N_0 = 10^{16}$, $N_0 = 1,2 \cdot 10^{16}$, $N_0 = 1,3 \cdot 10^{16}$ вплоть до значения -0.1 . Для $N_0 = 1,4 \cdot 10^{16}$ величина p_{46} достигает минимального значения (нуль) при $\xi \approx 0$ и $\xi \approx 0.8$. Величина p_{46} достигает максимального отрицательного значения соответствующего включениям игольчатой формы ($\xi \gg 1$). Малым значениям $\xi < 1$ соответствуют включения чешуйчатой формы, когда p_{46} принимает максимальные положительные значения ~ 0.7 для $N_0 = 10^{16}$, $N_0 = 1,2 \cdot 10^{16}$, $N_0 = 1,3 \cdot 10^{16}$. Поведение фотоупругих постоянных p_{26} и p_{36} , в условиях оптимальных углов поворота α , имеет аналогичный характер.

Заключение. Определены фотоупругие параметры фотонных кристаллов для несимметричных включений с использованием матрицы поворота частиц среды в поле сдвиговой ультразвуковой волны. Расчет несимметричной части компонент тензора фотоупругих постоянных проведен на основе модели Нельсона-Лэкса и матрицы поворота частиц эллипсоидальной формы. Показано, что существуют оптимальные углы поворота α эллипсоидальных частиц, при которых фотоупругая постоянная достигает максимального значения. Фотоупругая постоянная p_{46} достигает максимального значения при $\alpha = [(2m+1)/4 - 1/8]\pi$, где $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$; постоянная p_{26} – при $\alpha = [m/2 + 1/4]\pi$; постоянная p_{36} – при $\alpha = \pi m/2$. Показано, что величина p_{46} достигает максимального отрицательного значения (~ -0.1) соответствующего включениям игольчатой формы ($\xi \gg 1$). Малым значениям $\xi < 1$ соответствуют включения чешуйчатой формы, когда p_{46} принимает максимальные положительные значения ~ 0.7 .

Список использованных источников

1. Пустовойт, В.И. Акустооптические свойства метаматериалов / В.И. Пустовойт // Физические основы приборостроения. – 2015. – Т. 4, № 2(15). – С. 76–85.
2. Ораевский, А.Н. Оптические свойства гетерогенных сред / А.Н. Ораевский, И.Е. Проценко // Квант. электрон. – 2001. – Т. 31, № 3. – С. 252–256.
3. Дьельсан, Э. Упругие волны в твердых телах. Применение для обработки сигналов / Э. Дьельсан, Д. Руайе. – М.: Наука, 1982. – 424 с.
4. Ярив, А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх. – М.: Мир, 1987. – 616 с.

УДК 534.241:534

Г.В. Кулак, Т.В. Николаенко, Л.А. Тозик

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ФОТОУПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ, ВОЗМУЩЕННЫХ ПРОДОЛЬНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНОЙ

Выявлены фотоупругие параметры метаматериала, включающего матрицу и периодические включения инородного материала эллиптической формы с использованием модели Лорент-Лоренца и Максвелла-Гарнета. Для продольных ультразвуковых волн найдены отличные от нуля компоненты тензора фотоупругих постоянных p_{11} , p_{21} и p_{31} . Показано, что для фотоупругой среды на основе матрицы из кристалла Si и эллипсоидальных включений из кристалла SiO₂ возможно значительное увеличение фотоупругих постоянных при переходе от включений чешуйчатой формы к включениям игольчатой формы. Увеличение фотоупругих постоянных с возрастанием концентрации включений имеет место, в основном, для включений игольчатой формы.

Ключевые слова: композитная среда, метаматериал, фотоупругий эффект, продольная ультразвуковая волна.

Введение. В настоящее время для конструирования акустооптических (АО) устройств с улучшенными или ранее недостижимыми характеристиками используют искусственные периодические или квазипериодические структуры: фотонные кристаллы и метаматериалы [1; 2]. Для применений таких сред в акустооптике необходимо, чтобы при распространении в них ультразвуковых (УЗ) волн, происходило изменение их диэлектрических свойств (диэлектрической проницаемости) [3; 4]. Во многих случаях внедрение инородных материалов (металлических или диэлектрических) в матрицу ранее слабо-фотоупругой среды приводит к значительному изменению (увеличению) их фотоупругих параметров [5]. При распространении в упругой среде продольной УЗ волны, сопровождающейся сжатием и разряжением локальных объемов среды, происходит локальное изменение концентрации наночастиц среды. При этом имеет место изменение диэлектрической проницаемости, то есть показателя преломления материала. Данный эффект имеет место для включений в матрицу материала любой формы, например, шарообразной или эллипсоидальной.

Теоретические результаты и обсуждение. Рассмотрим композитную среду с диэлектрической проницаемостью ε_c , в которую внедрены наночастицы с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_\theta = \varepsilon'_\theta + i\varepsilon''_\theta$, где ε'_θ (ε''_θ) – действительная (мнимая) части диэлектрической проницаемости. Здесь, в общем случае, предполагается, что металлические включения обладают поглощающими оптическими свойствами. В таких условиях предполагается, что включения в виде эллипсоидов вращения имеют размеры существенно меньшие длины световой волны λ ($\lambda \ll a, b$, где b и a – большая и малая оси эллипсоидов вращения). В такой модели предполагается, что оси эллипсоидов ориентированы определенным образом. При $a=b$ композитный материал обладает сферическими включениями.

Для установления диэлектрических свойств метаматериалов используют различные модели: Максвелла-Гарнета, Бруггемана, Бергмана и др. [4]. При использовании статистической модели Максвелла-Гарнета диэлектрическая проницаемость ε удовлетворяет соотношению [1]:

$$(\varepsilon - \varepsilon_c) \left[\varepsilon_\theta + l(\varepsilon_\theta - \varepsilon_c) \right] - \eta(\varepsilon_\theta - \varepsilon_c) \left[l(\varepsilon - \varepsilon_c) + \varepsilon_c \right] = 0, \quad (1)$$

где $\eta(\vec{r}, t)$ – объемная доля включений материала. Для эллипсоидальных включений следует полагать

$$\eta(\vec{r}, t) = \frac{4}{3} \pi a^2 b N(\vec{r}, t), \quad (2)$$

где $N(\vec{r}, t)$ – локальное число включений в единице объема вещества, l – коэффициент деполяризации, выражаемый через отношение полуосей эллипса $\xi = a/b$.

Коэффициент деполяризации различен для различных поляризаций падающей на материал световой волны. Если световая волна имеет поляризацию вдоль оси вращения эллипсоида, то она характеризуется коэффициентом деполяризации $l_{||}$ и если волна поляризована ортогонально оси вращения, то она характеризуется коэффициентом деполяризации $l_{\perp}$. При этом выполняются соотношения:

$$l_{||} = \left(1 - \xi \arcsin \sqrt{1 - \xi^2} / \sqrt{1 - \xi^2} \right) / \sqrt{1 - \xi^2}, \quad (3)$$

$$l_{\perp} = \left[1 - \left(1 - \xi \arcsin \sqrt{1 - \xi^2} / \sqrt{1 - \xi^2} \right) / \sqrt{1 - \xi^2} \right] / 2.$$

Решение уравнения (1) относительно $\varepsilon_{||}$ и $\varepsilon_{\perp}$ имеет вид:

$$\varepsilon_{||,\perp} = \varepsilon \left[(l_{||,\perp} - 1)(\eta - 1)\varepsilon_c + (l_{||,\perp} + \eta - l_{||,\perp}\eta)\varepsilon_\theta \right] \left\{ [1 - l_{||,\perp}(\eta - 1)]\varepsilon_c - l_{||,\perp}(\eta - 1)\varepsilon_\theta \right\}^{-1}. \quad (4)$$

В простой модели фотоупругой среды Лорентц-Лоренца компоненты тензора фотоупругости композитной среды выражаются соотношением [6]:

$$p_{||,\perp} = \frac{(\varepsilon_{||,\perp} + 2)(\varepsilon_{||,\perp} - 1)}{3\varepsilon_{||,\perp}^2}. \quad (5)$$

Предположим, что продольная УЗ волна с вектором смещений $\vec{u}(x, t)$ распространяется вдоль оси X , то есть

$$\vec{u}(x, t) = \vec{u}_0 \exp[i(Kx - \Omega t)], \quad (8)$$

где $\vec{u}_0$ – амплитуда УЗ волны; $K = \Omega / v_l$, причем v_l – фазовая скорость продольной УЗ волны, Ω – круговая частота. В рассматриваемой модели упругой среды полагается, что модули упругости включений композитной среды таковы, что под действием УЗ волны их деформации не происходят.

В поле продольной УЗ волны объемные доли включений частиц среды эллиптической формы изменяются в соответствии со следующим соотношением:

$$\eta(x, t) = \eta_0 + \Delta\eta(x, t) = \frac{4\pi}{3} a^2 b [N_0 + \Delta N(x, t)], \quad (9)$$

где N_0 – среднее значение концентрации частиц среды по объему композитной среды в поле УЗ волны. Величина ΔN находится из уравнения непрерывности для упругой среды [8]:

$$\frac{\partial \Delta N}{\partial t} + \text{div}[\vec{v}(x, t) N_0] = 0, \quad (10)$$

где $\vec{v}(x, t) = \partial \vec{u} / \partial t$ – локальная скорость частиц среды в УЗ волне. Решение уравнения (10) с учетом (8) имеет вид:

$$\Delta N(x, t) = -i \Delta N_0 \exp[i(Kx - \Omega t)], \quad (11)$$

где $\Delta N_0 = u_0 N_0 \Omega / v_l$ – амплитуда изменения концентрации частиц среды в поле УЗ волны, пропорциональное амплитуде деформации УЗ волны $S_0 = K u_0$.

Из выражений (9), (11) следует, что относительное изменение объемной доли включений $\Delta\eta$ дается соотношением:

$$\Delta\eta = \frac{4\pi}{3} a^2 b N_0 S_0 \exp[i(Kx - \Omega t)]. \quad (12)$$

При выводе формулы (12) полагалось выполнение соотношений вида: $\Lambda \gg a, b$, где Λ – длина УЗ волны. Добавку к тензору диэлектрической проницаемости композитной среды в поле УЗ волны находим из соотношения:

$$\Delta\epsilon_{\perp,||} = \frac{\partial \epsilon_{\perp,||}}{\partial \Delta\eta} \Delta\eta. \quad (13)$$

Тогда с учетом соотношения (4) получим следующие соотношения [1]:

$$\Delta\epsilon_{\perp,||} = \epsilon_c (\epsilon_c - \epsilon_e) \Delta\eta [\epsilon_c (l_{\perp,||} - 1) - \epsilon_e l_{\perp,||}] \{ \epsilon_c [1 + l_{\perp,||} (\eta_0 - 1)] - (\eta_0 - 1) l_{\perp,||} \epsilon_e \}^{-1} \quad (14)$$

Рассмотрим схему метаматериала в форме периодического расположения включений эллипсоидальной формы (фотонный кристалл). Будем полагать, что УЗ волна распространяется вдоль оси X и падающая световая волна также распространяется вдоль той же оси и поляризована вдоль осей Y или Z в системе координат XYZ. Тогда оси вращения эллипсоидальных включений ориентированы вдоль оси Y.

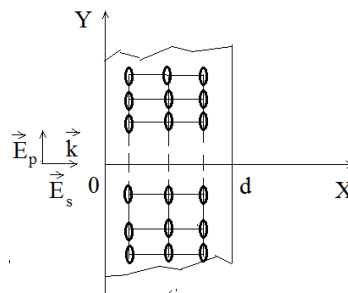


Рисунок 1 – Схема фотонного кристалла с эллипсоидальными включениями

Световая волна s-поляризации характеризуется компонентой тензора диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\perp}$, а волна p-поляризации компонентой $\epsilon_{||}$. Тогда оптическая ось среды с искусственной одноосной анизотропией направлена вдоль оси Z. Если $\epsilon_{||} > \epsilon_{\perp}$, то композитная среда соответствует оптически положительному кристаллу; если $\epsilon_{||} < \epsilon_{\perp}$, то среда соответствует оптически отрицательному

кристаллу. Изменения компонент тензора диэлектрической проницаемости метаматериала в поле продольной УЗ волны даются соотношениями: $\Delta\epsilon_{11} = \Delta\epsilon_{22} = \Delta\epsilon_{\perp}$, $\Delta\epsilon_{33} = \Delta\epsilon_{\parallel}$.

В соответствии с теорией Поккельса изменение тензора диэлектрической проницаемости в поле продольной УЗ волны находим из соотношения [7]:

$$\Delta\epsilon_{il} = -\epsilon_{ij} p_{jkmn} \epsilon_{kl} S_{mn}, \quad (15)$$

где p_{jkmn} – компоненты тензора фотоупругих постоянных, S_{mn} – компоненты тензора деформаций. Тогда для компонент p_{jkmn} имеем следующие уравнения:

$$\Delta\epsilon_{11} = -\epsilon_{11}^2 p_{1111} S_{11}, \Delta\epsilon_{22} = -\epsilon_{11}^2 p_{2211} S_{11}, \Delta\epsilon_{33} = -\epsilon_{33}^2 p_{3311} S_{11}. \quad (16)$$

Здесь $S_{mn} \equiv S_{11}(\vec{u} \parallel X, \vec{K} \parallel X)$.

С учетом соотношения (16) получаем следующие соотношения для компонент тензора фотоупругих постоянных в двухиндексных обозначениях ($11 \rightarrow 1, 22 \rightarrow 2, 33 \rightarrow 3$):

$$p_{11} = \frac{\Delta\bar{\eta}(\epsilon_c - \epsilon_g)[\epsilon_c(l_{\perp} - 1) - \epsilon_g l_{\perp}][\{1 + l_{\perp}(\eta - 1)\}\epsilon_c + l_{\perp}(1 - \eta)\epsilon_g]^2}{\epsilon_c\{\epsilon_c[1 + l_{\perp}(\eta - 1)] - (\eta - 1)l_{\perp}\epsilon_g\}[\epsilon_c(l_{\perp} - 1)(\eta - 1) + \epsilon_g(l_{\perp} + \eta - 1)]^2}, \quad p_{21} = p_{11},$$

$$p_{31} = p_{11}(l_{\perp} \rightarrow l_{\parallel}), \quad (17)$$

где $\Delta\bar{\eta} = (4\pi/3)a^2bN_0$.

Из выражений (17) следует, что при увеличении параметра ξ происходит увеличение фотоупругой постоянной p_{11} от минимального значения соответствующего, например, кристаллу кремния (Si) до максимального значения соответствующего, например, включениям шарообразной формы ($\xi \approx 1$) из кварца (SiO_2). Малым значениям $\xi < 1$ соответствуют включения чешуйчатой формы. При дальнейшем увеличении ξ имеет место незначительный рост фотоупругой постоянной p_{11} . Значительным величинам $\xi \gg 1$ соответствуют включения игольчатой формы. С увеличением концентрации включений из SiO_2 происходит увеличение фотоупругой постоянной p_{11} . При этом, однако, значительный рост наблюдается лишь для включений игольчатой формы. Аналогичные зависимости имеют место для фотоупругих постоянных p_{21} и p_{31} .

Вывод. Показано, что при переходе от включений чешуйчатой формы к включениям игольчатой формы и увеличении их концентрации в поле продольной ультразвуковой волны происходит увеличение фотоупругих постоянных метаматериала по сравнению с исходным материалом, не содержащим включений.

Список использованных источников

1. Пустовойт, В.И. Акустооптические свойства метаматериалов / В.И. Пустовойт // Квант. электрон. – 2016. – Т. 46, № 2. – С. 155–158.
2. Белокопытов, Г.В. Акустооптическое взаимодействие в двумерных фотонных кристаллах: эффективность дифракции Брэгга / Г.В. Белокопытов, З.А. Пятаков // Опт. и спектр. – 2011. – Т. 110, № 4. – С. 636–644.
3. Ораевский, А.Н. Оптические свойства гетерогенных сред / А.Н. Ораевский, И.Е. Проценко // Квант. электрон. – 2001. – Т. 31, № 3. – С. 252–256.
4. Головань, Л.А. Оптические свойства нанокompозитов на основе пористых систем / Л.А. Головань, В.Ю. Тимошенко, П.К. Кашкаров // Успехи физических наук. – 2007. – Т. 177, № 6. – С. 619–638.
5. Пятаков, З.А. Акустооптическая эффективность двумерных фотонных кристаллов / З.А. Пятаков, Г.В. Белокопытов // Письма в ЖТФ. – 2011. – Т. 37, В. 1. – С. 3–10.
6. Кайно, Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов / Г. Кайно. – М.: Мир. 1990. – 652 с.
7. Ярив, А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх. – М.: Мир, 1987. – 616 с.
8. Пустовойт, В.И. Акустооптические свойства метаматериалов / В.И. Пустовойт // Физические основы приборостроения. – 2015. – Т. 4, № 2 (15). – С. 76–85.

Л.К. Летко¹, Г.К. Савчук²¹ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»²Белорусский национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ МОЩНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Изучены условия получения керамических материалов состава $\text{Pb}_{0,98}(\text{Zr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47})\text{O}_3 - \text{Cd}_{0,02}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$, исследованы микроструктурные, диэлектрические и пьезоэлектрические свойства. Определены оптимальные условия получения для керамик с необходимыми для ультразвуковых излучателей параметрами.

Ключевые слова: керамика, микроструктура, пьезоэлектрические свойства, пьезомодули, коэффициент электромеханической связи.

Введение. Пьезокерамика ЦТС (цирконата-титаната свинца) представляет собой твердый раствор двухвалентного свинца и четырехвалентных титана и циркония. Путем введения различных добавок производится синтез керамик разных химических составов, обладающих необходимыми для практического применения наборами электрофизических и пьезоэлектрических характеристик. Основной задачей исследователей-материаловедов является совершенствование методов получения пьезоматериалов с заданными свойствами. Электрофизические свойства образцов пьезокерамики, получаемой твердофазным методом, формируются в большей степени в процессе синтеза. В процессе спекания керамике придается определенная форма, формируются механические свойства, корректируются электрофизические параметры. Поэтому управлять параметрами электрофизических свойств пьезокерамики можно как на стадии синтеза, так и на стадии спекания. Для работы устройств, генерирующих мощный ультразвук, пьезоматериал должен иметь значение коэффициента электромеханической связи $k_p > 0,5$, значения температуры Кюри T_k превышающие 200°C , высокие значения диэлектрической проницаемости и высокую температурную стабильность резонансной частоты. При этом диэлектрические и механические потери, вызывающие нагрев пьезокерамик при длительной работе в электрических полях с высокими значениями напряженностей, должны быть минимальны.

Целью данной работы являлось изучение влияния условий получения на физические свойства керамических материалов на основе системы $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ для ультразвуковых излучателей.

Основная часть. Система $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ (PZT) образует твердые растворы с множеством сложных оксидов со структурой типа перовскита. Введение в цирконат-титанат свинца сложных добавок, содержащих висмут и марганец в сочетании с двухвалентными ионами M^{+2} (Sr, Ba, Ca, Zn, Co, Ni), позволяет получать материалы с высокой термостабильностью резонансной частоты, высокой механической добротностью и низкими значениями диэлектрических потерь [1].

Для достижения поставленной цели был выбран твердый раствор $\text{Pb}(\text{Zr}_{0,57}\text{Ti}_{0,43})\text{O}_3$, состав которого находится в окрестности ромбоэдрической границы морфотропной области, имеет ромбоэдрическую кристаллическую решетку пространственной группой $R3m$ и обладает низкими потерями при невысоких значениях диэлектрической проницаемости [2]. Повысить значения диэлектрической проницаемости данного состава можно путем смещения системы к тетрагональной границе морфотропной области, для которой характерны более высокие значения проницаемости. С этой целью использовалась сложная добавка состава $\text{Cd}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$, которая позволяла получить материал с тетрагональной структурой (рисунки 1–3) и повысить значения проницаемости. Керамики получались по стандартной технологии [3; 4].

После спекания при температурах до 1180°C керамические образцы при введении добавки $0,02\text{Cd}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$ являлись двухфазными (рисунок 2).

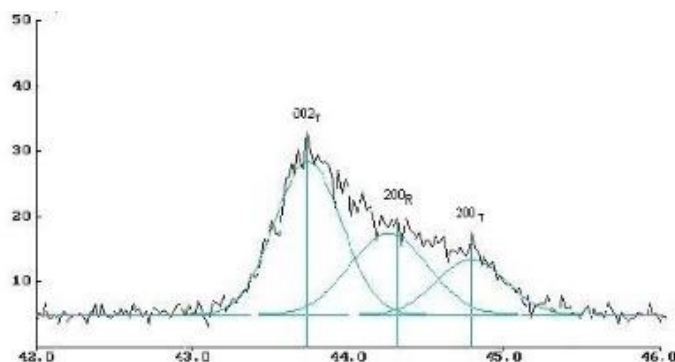


Рисунок 1 – Вид дифракционного пика (200) керамического материала $\text{Pb}_{0,98}(\text{Zr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47})\text{O}_3 - \text{Cd}_{0,02}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$

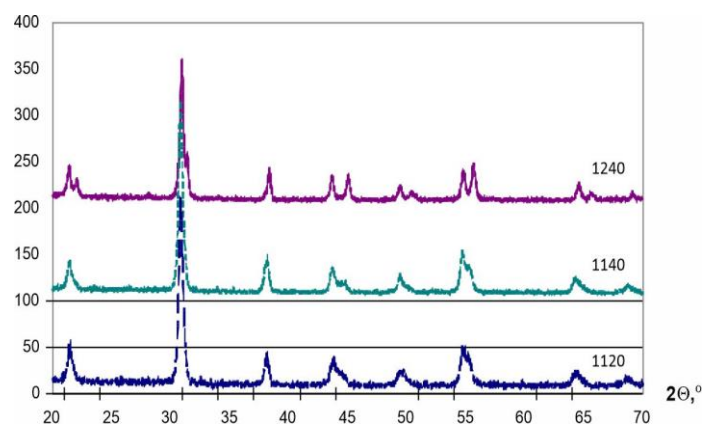


Рисунок 2 – Дифрактограммы керамических образцов $\text{Pb}_{0.98}(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3 - \text{Cd}_{0.02}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$ в зависимости от температур спекания

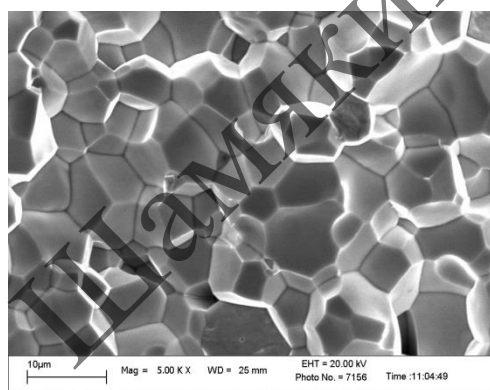
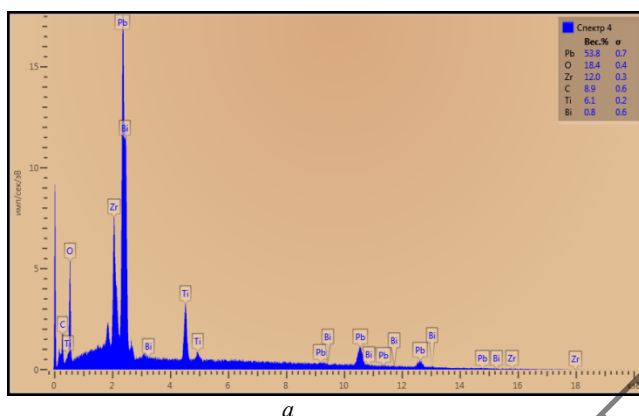


Рисунок 3 – Результаты ЕДХ анализа (а) и микроструктура (б) при увеличении 5000 керамики $\text{Pb}_{0.98}(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3 - \text{Cd}_{0.02}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$

Проведенный анализ рентгеноструктурных данных показал, что образуется однофазный твердый раствор $\text{Pb}_{0.98}(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3 - \text{Cd}_{0.02}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$ со структурой типа перовскита (рисунок 2) при температурах 1200–1240 °С. При этом керамики имеют тетрагональную кристаллическую решетку пространственной группы $P4mm$ и параметрами a и c , равными 4,0481 Å и 4,1184 Å соответственно.

Полученная при температурах 1200–1240 °С пьезокерамика соответствует стехиометрическому составу (рисунок 3, а), имеет плотную упаковку зерен правильной геометрической формы с размерами от 6 до 8 мкм, плотность составляет от 98 до 99 % от теоретической (рисунок 3, б), что обеспечивает низкие диэлектрические потери материала. Внутри зерен, составляющих керамику, флуктуаций свинца и соотношения Zr/Ti не наблюдается, что обеспечивает однородность ее микроструктуры по образцу.

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 4, показывает, что температура спекания 1200 °С является оптимальной для керамик, которые будут использованы для изготовления ультразвуковых излучателей.

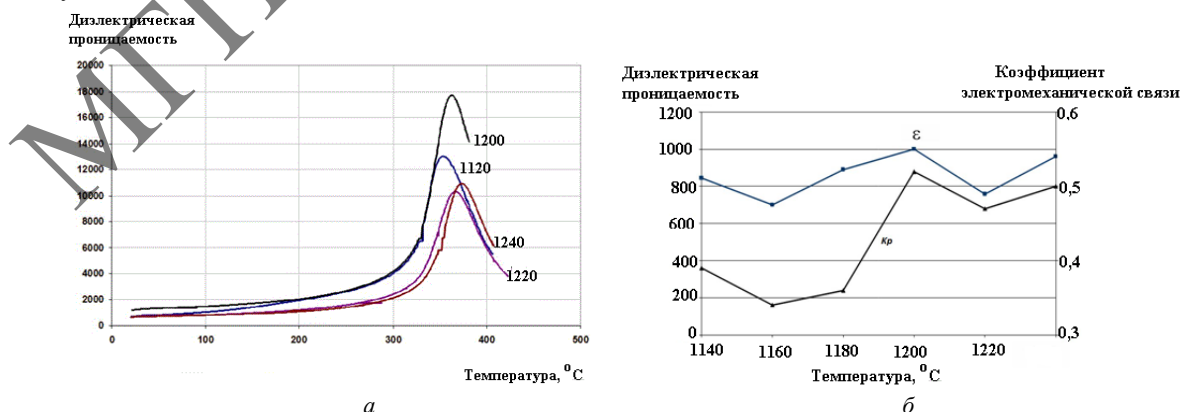


Рисунок 4 – Температурные зависимости диэлектрической проницаемости для различных температур спекания керамик $\text{Pb}_{0.98}(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3 - \text{Cd}_{0.02}(\text{Bi}_{2/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_3$ (а); зависимости от температур спекания диэлектрической проницаемости и коэффициента электромеханической связи (б)

Закключение. В результате проведенных исследований в лаборатории электронной керамики НПП по материаловедению был синтезирован керамический материал на основе цирконата-титаната свинца химического состава $Pb_{1-x}(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3-Cd_x(Bi_{2/3}Mn_{1/3})O_3$, обладающий необходимыми пьезо- и электрофизическими свойствами для ультразвуковых излучателей. Разработанный керамический материал имеет высокие значения диэлектрической проницаемости и пьезомодулей, малые диэлектрические потери при высокой температурной стабильности: $\epsilon'_{33}/\epsilon_0=950\sim 1000$; $k_p=0,5\sim 0,53$; $d_{31}=(90\sim 98)\cdot 10^{-12}$ Кл/Н; $tg\delta=0,006$. Температура фазового перехода для образцов изменяется в пределах $350\sim 370^\circ\text{C}$, что обеспечивает стабильность пьезоэлектрических свойств керамики в широком интервале температур, вплоть до $200\sim 220^\circ\text{C}$.

Список использованных источников

1. Фесенко, Е.Г. Новые пьезокерамические материалы / Е.Г. Фесенко, А.Я. Данцигер, О.Н. Разумовская. – Ростов : Изд-во РГУ, 1983. – 160 с.
2. Резниченко, Л.А. Особенности структуры и макроотклики композиционных материалов на основе твердых растворов системы цирконата-титаната свинца / Л.А. Резниченко [и др.] // Конструкции из композиционных материалов. – 2015. – № 2. – С. 59–66.
3. Акимов, А.И. Керамические материалы (диэлектрические, пьезоэлектрические, сверхпроводящие): условия получения, структура, свойства / А.И. Акимов, Г.К. Савчук. – Минск : БГУ, 2012. – 256 с.
4. Yurkevich, N.P. Determination of micro deformations and coherent scattering regions in ceramic materials / N.P. Yurkevich, G.K. Sauchuk // Sciences of Europe. – 2022. – Vol. 1. – № 86. – P. 59–66. DOI: 10.24412/3162-2364-2022-86-1-59-66.

УДК 535.4; 53.05

А.В. Макаревич, Е.Ю. Цырулик

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ ОТ ТОЛЩИНЫ КРИСТАЛЛА $Bi_{12}GeO_{20}$

Представлены результаты экспериментальных исследований зависимости коэффициента усиления предметной световой волны при двухволновом взаимодействии в фоторефрактивном кристалле $Bi_{12}GeO_{20}$ среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ от его толщины и времени формирования голографической решетки. Установлен характер изменения указанной зависимости, а также динамика выхода голограммы на стационар.

Ключевые слова: фоторефрактивный кристалл, двухволновое взаимодействие, коэффициент усиления, линейная поляризация, азимут поляризации.

В настоящее время фоторефрактивные кристаллы типа силленита силикосилленит висмута $Bi_{12}SiO_{20}$ (BSO), германосилленит висмута $Bi_{12}GeO_{20}$ (BGO) и титаносилленит висмута $Bi_{12}TiO_{20}$ (BTO), принадлежащие классу симметрии 23 и обладающие рядом полезных для голографии оптических свойств и качеств, нашли применение в различных голографических приложениях (см., например, [1–4]). При этом известно, что формируемые в силленитах голографические решетки обладают динамическим характером и, следовательно, их выходные энергетические характеристики существенно зависят от времени выхода голограммы на стационар. Отметим, что к важнейшим выходным характеристикам голограмм относятся их дифракционная эффективность и коэффициент усиления предметной световой волны при двухволновом взаимодействии [5].

На основании сказанного представляет интерес экспериментальное изучение зависимости коэффициента усиления предметной световой волны в фоторефрактивном кристалле типа силленита от времени взаимодействия в нем световых пучков. Результаты такого исследования для различных значений толщины кристалла BGO представлены в рамках данной работы.

Для проведения эксперимента использовалась экспериментальная установка, оптическая схема которой представлена на рисунке 1. Линейно поляризованный световой пучок гелий-неонового лазера, излучающего на длине волны $\lambda = 632,8\text{ нм}$ с относительно малой мощностью 3 мВт , проходил через коллимирующую систему из цилиндрических линз 1 и 2 с фокусными расстояниями 20 мм и 170 мм соответственно. После этого он разделялся светоделительным кубом 3 с длиной ребра 25 мм на опорный R и предметный S пучки. Эти пучки, отражаясь от зеркал 4 и 5, проходили через полуволновые фазовые пластинки 6 и 7, после чего падали на кристалл BGO, перед которым была расположена прямоугольная диафрагма с величиной отверстия 5 мм вдоль плоскости распространения световых пучков. Предметный пучок S до вхождения в кристалл дополнительно проходил через световой ослабитель 8, в результате чего

интенсивность этого пучка при вхождении в кристалл становилась в четыре раза меньше, чем у опорного пучка. За кристаллом на пути пучка S располагались световой ослабитель 9 и светочувствительная матрица CCD камеры, которая «вынесена из камеры» на рисунке 1 с указанием на нее стрелки «выноска 1».

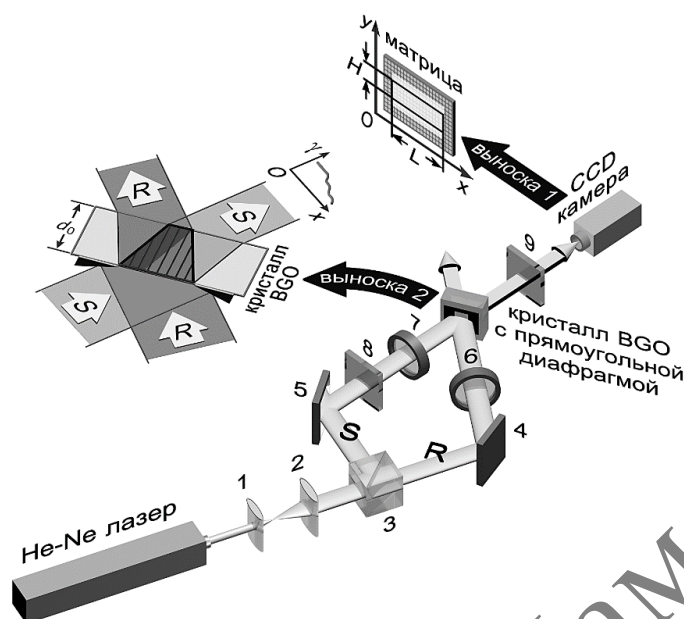


Рисунок 1 – Оптическая схема экспериментальной установки:
1, 2 – цилиндрические линзы; 3 – светоделительный куб; 4, 5 – зеркала;
6, 7 – полуволновые фазовые пластинки; 8, 9 – световые ослабители

Принцип использования прямоугольной диафрагмы для проведения подобных исследований также поясняется на этом рисунке с использованием выноски, на которую указывает стрелка «выноска 2». Здесь кристаллическая пластинка с фиксированной толщиной d_0 показана в разрезе, совпадающем с плоскостью распространения пучков R и S . Из этой выноски видно, что при записи голограммы пучки, проходя через прямоугольную диафрагму (обозначена черными клиньями на пути пучков R и S), формируют в кристалле ненаклонную пропускающую голографическую решетку в форме равнобокой трапеции. При этом в светлой области голограммы пересечение пучков осуществляется при различных значениях эффективной толщины кристалла d ($0 < d \leq d_0$), а в затемненной – при одной фиксированной толщине d_0 . Под «эффективной толщиной» здесь и в дальнейшем будем понимать локальное значение толщины образца, на которой происходит взаимодействие (пересечение) опорного R и предметного S световых пучков. Методика обработки экспериментальных данных соответствовала работе [6].

Пространственная ориентация использованного в эксперименте образца кристалла ВГО среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ с толщиной $d_0 = 16$ мм относительно единичных векторов $\vec{e}_1$, $\vec{e}_2$ и $\vec{e}_3$ рабочей системы координат, связанной с плоскостью распространения опорного R и предметного S световых пучков, представлена на рисунке 2. Отсчет ориентационного угла кристалла θ осуществлялся от кристаллографического направления $[001]$ к вектору голографической решетки $\vec{K}$.

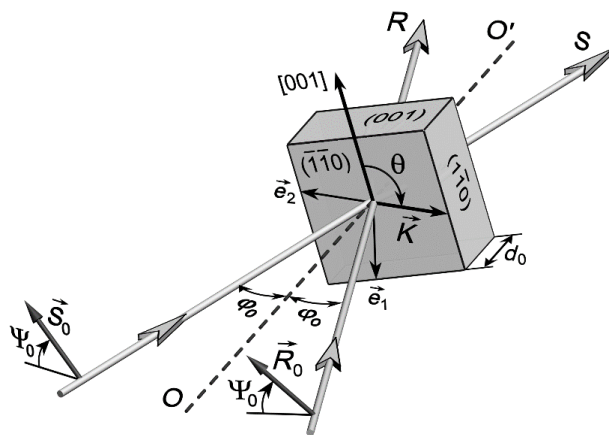


Рисунок 2 – Ориентация кристалла ВГО относительно плоскости распространения световых пучков

При проведении экспериментов ориентационные углы кристалла θ выбирались равными 45° и 70° при азимутах Ψ_0 линейной поляризации световых пучков 0 и 90° соответственно. Время записи голограммы τ составляло 180 с. Угол Брэгга φ_0 вне кристалла был равен 15° . Полученные графические зависимости коэффициента усиления предметной световой волны γ от времени t взаимодействия в кристалле световых пучков и его толщины d представлены на рисунке 3.

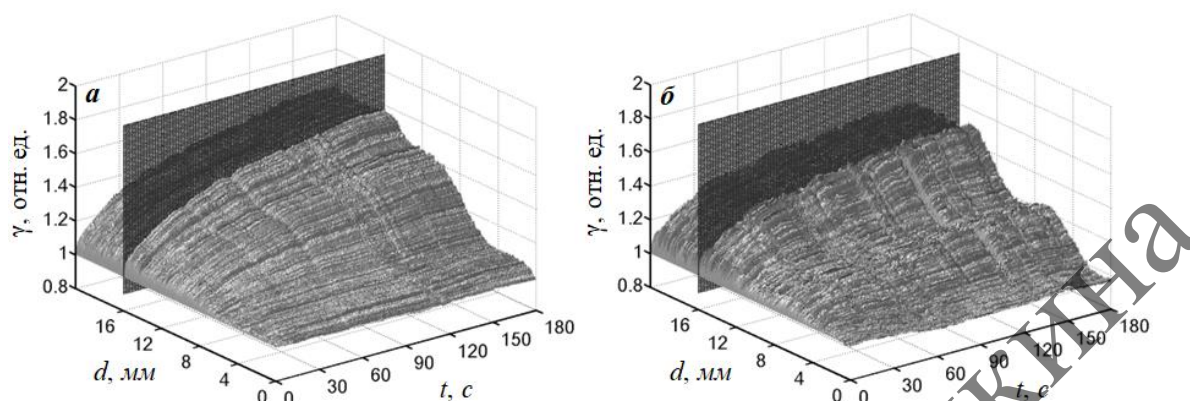


Рисунок 3 – Зависимости $\gamma(t, d)$, полученные при использовании кристалла ВГО среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ фиксированной толщины 16 мм: а – при $\Psi_0 = 0$ и $\theta = 45^\circ$; б – при $\Psi_0 = 90^\circ$ и $\theta = 70^\circ$

Из рисунка 3 можно видеть, что увеличение времени взаимодействия пучков в кристалле ведет к монотонному возрастанию коэффициента усиления предметной световой волны при различных толщинах образца. При этом голографическая решетка выходит на стационар при данных условиях проведения эксперимента в течение промежутка времени, примерно равного 150 с. Наблюдаемый гофрированный характер представленных поверхностей обусловлен оптической активностью кристалла и, как было дополнительно установлено, существенно зависит от значения Ψ_0 .

В данном случае при проведении экспериментов выбирались такие ориентации кристалла, чтобы наблюдалась перекачка энергии из опорного пучка в предметный. При изменении ориентационного угла кристалла на 180° наблюдается обратный процесс – откачка энергии из предметного в опорный пучок. Следовательно, изменяя ориентационный угол кристалла, его эффективную толщину, азимут линейной поляризации световых пучков и варьируя временем записи голограммы, можно достигать различных значений коэффициента усиления предметной световой волны в исследованном представителе силленитов.

На рисунке 3 плоскостью $d = 16$ мм отмечена «граница» между областью изменения коэффициента усиления предметной световой волны от толщины кристалла и вспомогательной областью, в которой коэффициент усиления должен оставаться постоянным.

Таким образом, показана возможность экспериментального исследования зависимости коэффициента усиления γ предметной световой волны от эффективной толщины d кристалла и времени t взаимодействия в нем световых пучков при использовании только одного кристаллического образца. Исследования реализованы на кристалле ВГО среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ толщины 16 мм для азимутов линейной поляризации световых пучков $\Psi_0 = 0$ и 90° и углов пространственной ориентации образца $\theta = 45^\circ$ и 70° . Установлено, что увеличение времени взаимодействия в кристалле световых пучков ведет к монотонному возрастанию коэффициента усиления предметной световой волны при различных значениях эффективной толщины кристалла, а сама голографическая решетка при выбранных условиях проведения эксперимента выходит на стационар в течение промежутка времени примерно равного 150 с. При этом наблюдаемый гофрированный характер поверхностей $\gamma(t, d)$ обусловлен оптической активностью кристалла и существенно зависит от значения Ψ_0 .

Список использованных источников

1. Holographic interferometric vibration measurement based on photorefractive crystal in diffusion mode / J. Gao [et al.] // Optics Express. – 2024. – Vol. 32, № 17. – P. 30100–30113.
2. Tao, L. Study of material properties important for an optical property modulation-based radiation detection method for positron emission tomography / L. Tao, H.M. Daghighian, C.S. Levin // Journal of Medical Imaging. – 2017. – Vol. 4, № 1. – P. 011010-1–011010-7.
3. Photorefractive digital holographic microscopy applied in microstructures analysis / I.V. Brito [et al.] // Optics Communications. – 2013. – Vol. 286, № 1. – P. 103–110.
4. Gloria, I.B. Generation and practical controlling of adaptative structured photorefractive moiré patterns for optical metrology applications / I.B. Glória, G.N. de Oliveira, P.A. M. dos Santos // Applied Optics. – 2024. – Vol. 63, № 33. – P. 8717–8722.

5. Шепелевич, В.В. Голография в фоторефрактивных оптически активных кристаллах / В.В. Шепелевич. – Минск : Изд. центр БГУ, 2012. – 254 с.

6. Макаревич, А.В. Влияние пространственной ориентации и толщины кристалла $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ на коэффициент усиления предметной световой волны: теория и эксперимент / А.В. Макаревич, В.В. Шепелевич, С.М. Шандаров // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 4 (37). – С. 35–43.

УДК 519.2+ 668.486

Н.А. Макаревич

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

ФАКТОР НЕИДЕАЛЬНОСТИ СИСТЕМ В КИНЕТИКЕ РЕАЛЬНОЙ АДСОРБЦИИ

Рассмотрены кинетические модели адсорбции с участием твердой фазы с учетом фактора неидеальности систем. Определены коэффициенты диффузии реальных адсорбционных процессов. Предложен эффективный адсорбент для средств индивидуальной защиты.

Ключевые слова: фактор неидеальности систем, теория адсорбции, активные угли, массоперенос.

В средствах защиты органов дыхания (СИЗОД) – противогазах как гражданского, так и военного назначения, важнейшей характеристикой является скорость протекания реального процессов адсорбции, определяемая скоростью переноса адсорбата (вредного вещества) из газовой фазы на поверхность адсорбента. Как правило, адсорбентом является активный уголь (АУ), получаемый при пиролизе либо непосредственно из древесины, либо из одного из компонентов древесины – лигнина, образующегося в виде отхода при варке древесины на целлюлозно-бумажных предприятиях ЦБП [1].

Эффективными адсорбентами вредных веществ считаются те, у которых пористая структура представлена преимущественно микро- и супермикропорами [2]. Область размеров (диаметров d или ширины) микропор распределена на ультрамикропоры (собственно микропоры) – до 1,2–1,4 нм и супермикропоры – от 1,2÷1,4 до 3,0÷3,2 нм. Поры с эффективными размерами в интервале (3,0÷3,2 < d < 100÷200 нм) выделены в класс мезопор. Мезопоры и макропоры в адсорбенте необходимы для транспорта (диффузии) адсорбата в микро- и супермикропоры.

При изучении кинетики этих процессов обычно применяют модифицированные формы экспоненциального уравнения Льюиса [2].

$$a_{\tau} = a_p [1 - \exp(-k_c \tau)], \quad (1)$$

С учетом межчастичных (межмолекулярных) взаимодействий, т.е. для реальной адсорбции предложено уравнение [3]

$$a_{\tau} = a_{eg} [1 - \exp(-k_c \tau^g)], \quad (2)$$

где a_{τ} и a_{eg} – соответственно величины адсорбции (mmol/g) в момент времени τ , с в условиях равновесия, k_c – константа скорости идеального процесса, $k_c^g = k_c^*$ – кажущаяся (эффективная) константа скорости адсорбции, g – степенной коэффициент (фактор неидеальности адсорбционной системы [7]), учитывающий взаимодействия частиц в адсорбционном слое, т.е. отклонение исследуемой системы от идеальности. Уравнение (2) примет вид

$$a_{\tau} = a_{eg} [1 - \exp(-k_c^* \tau^g)]. \quad (3)$$

Далее из (1–3) получаем величину фактора g и путем логарифмирования равенства $k_c^g = k_c^*$ значение истинной константы скоростей k_c адсорбционной системы.

Фактор g строго определен через величины: « M – мера, R – размер (ε – масштаб), d_f – фрактальная размерность» в форме отношений: $\ln M^*$ реального – M^* и $\ln M_0$ идеального состояний – M_0 объекта [7]. То есть

$$g = \ln M^* / \ln M_0 = d_f / d, \quad (4)$$

где d – евклидова (целочисленная) размерность может выступать в форме const , либо уравнения любой сложности, но с обязательным условием, чтобы кроме единицы оно включало разные по знаку,

математически и физически обоснованные, относительные (дольные) характеристики противоположно протекающих процессов $-\beta_{ord} \equiv 1/n \sum_i^n \beta_i$ – доля упорядоченных элементов и $\alpha_{nord} \equiv 1/n \sum_i^n \alpha_i$ – доля разупорядоченных элементов системы. В общем случае g может быть определен через β_{ord} и α_{nord} , двух противоположных по знаку ($\pm$) и действию процессов: сжатие $\leftrightarrow$ растяжение, ассоциация $\leftrightarrow$ диссоциация, адсорбция $\leftrightarrow$ десорбция и т.д.

$$g = 1 - \beta_{ord} + \alpha_{nord}, \quad (5)$$

или через статистические вероятности независимых случайных величин A и B $p'_i(B, A) = \langle -p'_i(B) + p'_i(A) \rangle$ противоположных по знаку и действию событий

$$g = 1 + \langle -\beta_{ord} + \alpha_{nord} \rangle = 1 + \langle -p'_i(B) + p'_i(A) \rangle \quad (6)$$

где $p'_i(B, A) = \langle -p'_i(B) + p'_i(A) \rangle$ – математическое ожидание событий B и A . Статистическая (физическая) вероятность $p'_i(B) = \beta(B) = \frac{m}{n}$, и $p'_i(A) = \alpha(A) = \frac{k}{n}$ – доля фактически наблюдаемых m и k по отношению к общему числу – n событий B и A является экспериментальной (физической) характеристикой и называемой частотностью $w \equiv \beta$ или α [7], в отличие от «математической» вероятности $p_i(B)$, $p_i(A)$, – доля случаев, благоприятствующих событиям B или A , рассматриваемой в классическом определении.

Для диффузионного процесса уравнение (3) представим в виде симплекса

$$E = C \cdot \exp(-k^* \tau)^g \quad \text{или} \quad E = C \cdot \exp\left(-\pi^2 \cdot D^* \cdot \frac{\tau}{l^2}\right), \quad (7)$$

где симплекс $E = 1 - a_\tau / a_{eg}$, C – экспериментальный предэкспоненциальный множитель, зависящий от природы адсорбционной системы.

Проводя исследования по созданию СИЗОД, необходимо учесть, что в основе расчета процесса адсорбции лежат закономерности статистики, кинетики и динамики процесса [2,6]. Для характеристики адсорбционных свойств пористых тел используют равновесную изотерму адсорбции исследуемого вещества ($a_{eg} = f(C)$, показывающую зависимость величины адсорбции a_{eg} от равновесной концентрации C ; для расчета процесса адсорбции используют кинетические кривые $a_\tau = f(\tau)$; в динамических условиях определяют время защитного действия $\tau_{пр}$, согласно эмпирическому уравнению Н.А. Шилова [5], являющегося линейной функцией высоты H адсорбционного слоя:

$$\tau_{пр} = KH - \tau_0, \quad (8)$$

где $\tau_{пр}$ – время, в течение которого сорбент задержал определенное количество адсорбата до момента его «проскока» на выходе из фиксированного слоя адсорбента высотой H ; K – коэффициент защитного действия слоя, c/m ; τ_0 – потеря времени защитного действия, связанная с начальным периодом формирования фронта распределения адсорбата, мин. Но при этом необходимо учитывать, что при технологических расчетах процесса адсорбции главную роль выполняют кинетические зависимости адсорбции $a_\tau = f(\tau)$, позволяющие получать равновесные значения a_{eg} , и рассчитывать коэффициенты диффузии $D_{эф}$, необходимые для прогнозирования времени защитного действия адсорбента.

На примере активного угля, полученного из черного лигнин-содержащего шелокаархангельского ЦБП методом термохимической активации с высокой удельной поверхностью, достигающей по Брунауэру – Эмметту – Теллеру (BET) $1710 \text{ м}^2/\text{г}$, объемом микропор 56...78 % от общего объема пор с размером около 1,15...1,17 нм, т.е. со смешанной структурой микро- и супер-микропор, изучена кинетика адсорбции предельных углеводородов, кислородсодержащих органических соединений и воды в неподвижном слое АУ при температуре 293 К с целью определения констант скорости адсорбции, коэффициентов внутренней диффузии [4]. По рассмотренному выше алгоритму рассчитаны коэффициенты внутренней диффузии D . Так, для гексана при температуре 293 К $D = 2,56 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$, а при 303 К $D = 0,93 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$.

Выявлено, что при достижении определенного времени кинетика процесса адсорбции с достаточной точностью характеризуется регулярным режимом, что упрощает расчет параметров реальной адсорбции и ее прогнозирование. Экспериментально установлено, что в сопоставимых условиях на мезо-, супер-микропористом адсорбенте $\tau_{пр}$, например, по ацетону составляет 170 мин и значительно превосходит время защитного действия промышленного адсорбента СКТ-2 – 68 мин [6]. То есть адсорбенты с нано-размерной поверхностью могут быть рекомендованы для дальнейших испытаний с целью изготовления эффективных фильтрующих устройств в СИЗОД [4].

Список использованных источников

1. Savrasova, Yu.A. / Russian Forestry Journal / Yu.A. Savrasova, N.I. Bogdanovich, N.A. Makarevich, M.G. Beletskay. – 2012. – No.1. – P. 107–112.
2. Lewis, W.K. The rate of drying of solids materials / W.K. Lewis // The Journal of Industrial and Engineering Chemistry. – 1921. – Vol. 13, No. 5. – P. 427–432.
3. Makarevich, N.A. Kinetic Model of Mass Transfer at Interfaces with Components of Plant Products / N.A. Makarevich, S.I. Tret'yakov, N.I. Bogdanovich // Protection of metals and physical chemistry of surfaces. – 2019. – Vol. 55, No. 6. – P. 1063–1070. DOI: 10.1134/S2070205119050162
4. Макаревич, Н.А. Изучение адсорбции органических веществ на нанокремнеземном адсорбенте для средств индивидуальной защиты органов дыхания / Н.А. Макаревич, А.В. Черный, Н.И. Богданович, С.И. Третьяков, Е.А. Лагунова, А.А. Шутова // Вестник военной академии Республики Беларусь. – 2018. – № 1 (58). – С. 99–108.
5. Шилов, Н.А. К вопросу об адсорбции постороннего газа из тока воздуха / Н.А. Шилов, С.А. Лепинь, Л.Н. Вознесенский // ЖРФХО. – 1921. – Т. 61, № 7. – С. 1107–1123.
6. Олонцев, В.Ф. Российские промышленные противогазы и респираторы : каталог-справочник / В.Ф. Олонцев. – Пермь : ГУ Пермского ЦНТИ, 2005. – 79 с.
7. Макаревич, Н.А. // Лесной журнал / Н.А. Макаревич. – 2021. – № 2/380. – С. 194–212. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-194-212. URL: В <https://rucont.ru/efd/748022>.

УДК 519.2+66.061+ 668.486

Н.А. Макаревич, С.И. Третьяков

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

КИНЕТИКА РЕАЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ КОМПОНЕНТОВ БЕРЕСТЫ БЕРЕЗЫ

Кратко, со ссылками на литературные источники, рассмотрен нетрадиционный подход при изучении экстракции органических веществ из растительного сырья. По упрощенному алгоритму рассчитаны коэффициенты внутренней диффузии в процессе массопереноса на границе «твердое тело – жидкость».

Ключевые слова: экстракция из растительного сырья, фактор неидеальности систем, коэффициент внутренней диффузии.

Экстракция органических веществ – это один из межфазных процессов, протекающих на границах раздела «жидкость – твердое тело». При изучении кинетики экстракционных процессов для расчета кажущихся коэффициентов диффузии D_e неправомерно применяют кинетическое уравнение для идеального процесса [1; 2]:

$$Y = \frac{c_\tau - c_p}{c_0 - c_p} = B \exp(-D_e \tau). \quad (1)$$

Поскольку экспериментально возможна организация межфазового процесса, преимущественно протекающего во внутридиффузионной области, параллельно с традиционным применим упрощенный алгоритм определения коэффициентов внутренней диффузии по экспоненциальному кинетическому уравнению с фактором неидеальности g [3].

Для экстрактивного процесса через концентрации примет вид

$$\frac{c_\tau - c_p}{c_0 - c_p} = B \exp(-D \tau)^g, \quad (2)$$

где c_τ , c_0 , c_p – соответственно концентрация целевого экстрагируемого компонента в момент времени τ , начальное и равновесное (конечное) значение; D – истинный коэффициент молекулярной диффузии; B – экспериментальная константа, зависящая от природы системы.

Через эффективный коэффициент массопередачи D^* реального экстракционного процесса получим выражение D^g , удобное для определения фактора g через логарифм равенства $D^* = D^g$

$$\frac{c_\tau - c_p}{c_0 - c_p} = B \exp(-D^* \tau^g). \quad (3)$$

Поскольку процесс экстракции протекает с участием частицы бересты различной формы (для пластины – половина толщины d , для цилиндра и шара радиус R), то симплекс Y заменим на новый E .

$$E = B \cdot \exp\left(-\pi^2 \cdot D^* \cdot \frac{\tau}{R^2}\right), \quad (4)$$

Подробно алгоритм расчета констант экстрактивных процессов представлен в публикациях авторов [2; 4].

Для бетиулина, экстрагируемого из бересты с частицами различной геометрии, экспериментально найдены значения констант скоростей и коэффициентов внутренней диффузии, которые изменяются в интервале $D=1,44 \div 8,96 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$, что позволяет прогнозировать протекание технологического процесса [2; 4].

Список использованных источников

1. Льюис, У.К. Скорость сушки твердых материалов / W.K. Lewis // Журнал промышленной и инженерной химии. – 1921. – Т. 13, № 5. – С. 427–432.
2. Макаревич, Н.А. Кинетическая модель массопереноса на границах раздела с компонентами растительных продуктов / Н.А. Макаревич, С.И. Третьяков, Н.И. Богданович // Защита металлов и физическая химия поверхностей. – 2019. – Т. 55, № 6. – С. 1063–1070. DOI: 10.1134/S2070205119050162.
3. Макаревич, Н.А. Фактор неидеальности в энтропийно-мультифрактальном анализе самоорганизованных структур растительных полимеров (лигнинов) / Н.А. Макаревич // Лесной журнал. – 2021. – № 2. – С. 194–212. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-194-212.

УДК 303.094.7

М.Б. Мелиева

Самаркандский государственный университет

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ

В данной научной работе анализируются возможности повышения эффективности процесса обучения за счет интеграции мультимедийных презентаций и компьютерных имитационных моделей. Визуальное и слуховое воздействие мультимедийных средств, а также способность компьютерных моделей имитировать реальные процессы способствуют повышению интерактивности, ясности и мотивации в образовании. В ходе исследования был проанализирован опыт разных стран и передовые педагогические подходы, на их основе разработаны практические рекомендации для педагогов. Обоснованы преимущества комплексного использования мультимедийных и имитационных технологий в формировании знаний, умений и компетенций учащихся.

Ключевые слова: мультимедийные презентации, компьютерные имитационные модели, процесс обучения, интерактивное обучение, цифровые технологии, мотивация обучения, визуализация, эффективность обучения, педагогический подход.

Введение. Современная система образования требует от учащихся глубоких знаний, практических навыков и умения мыслить самостоятельно. Комплексное использование цифровых технологий, в частности мультимедийных презентаций и компьютерных имитационных моделей, имеет решающее значение для достижения этих целей.

Мультимедийные презентации позволяют привлечь внимание учащихся, углубить их понимание темы и повысить уровень запоминания за счет представления учебных материалов в визуальной, слуховой и анимированной формах. Компьютерные имитационные модели служат для объяснения сложных явлений и процессов на основе опыта, полученного в виртуальной среде.

Интеграция этих технологий делает процесс обучения более интерактивным, наглядным и практическим. Такой подход особенно эффективен для связи теоретических знаний с реальными процессами в таких дисциплинах, как информатика, физика и биология. В данной работе анализируются педагогические изменения, дидактические возможности и их влияние на учащихся, возникающие в результате комбинированного применения мультимедийных средств и компьютерных моделей в образовании.

Мультимедийные презентации в образовательном процессе помогают школьникам доносить сложные знания доступным и эффективным способом. Представленные на них учебные материалы представлены в визуальной и слуховой формах, что позволяет учащимся получать информацию через несколько органов чувств. В то же время мультимедийные презентации имеют большое значение для привлечения внимания студентов, поощрения интерактивного участия и поддержания их интереса к теме.

Одним из главных преимуществ использования мультимедийных средств в образовании является то, что они позволяют учащимся увидеть, услышать и практически реализовать изучаемый материал. Такой подход превращает студентов в активных участников, а не просто пассивных получателей. Изучение сложных научных концепций и процессов с помощью мультимедийных презентаций, отображаемых с помощью симуляций, дает учащимся возможность приобрести не только знания, но и навыки. И это повышает в учениках:

- высокая концентрация внимания: увеличивает концентрацию внимания за счет визуальных и слуховых элементов;
- мотивация: красочный и динамичный контент повышает интерес учащихся к обучению;
- улучшение памяти: визуальные и слуховые материалы помогают учащимся сохранять информацию в течение длительного времени;
- социальное взаимодействие: мультимедийные инструменты поддерживают групповую работу и обсуждения.

Мультимедийные презентации также обеспечивают интерактивность процесса обучения. Студенты будут иметь возможность своевременно исправлять темы, делать комментарии и усваивать результаты с помощью презентаций. Это помогает учащимся самостоятельно оценивать и закреплять полученные в процессе обучения знания.

Кроме того, мультимедийные инструменты, такие как анимация и видео, позволяют ясно и просто выразить концепции, что помогает учащимся легче усваивать абстрактные знания.

В 2003 году Рандал Л. Лау в своей работе показал, что активное вовлечение студентов в процесс обучения является ключом к созданию эффективных учебных программ. Исследование, проведенное им, продемонстрировало, что использование мультимедиа в классе приводит к более высоким достижениям по сравнению с традиционными лекциями [1]. Это подтверждает важность проектирования мультимедийных материалов с учетом учебных целей и характеристик студентов.

Шарон Л. Тибо в 2004 году акцентировала внимание на том, что интерактивные мультимедийные технологии способствуют улучшению взаимодействия в обучении, особенно в контексте веб-обучения [2].

Она выделила три основные области технологий в классе, включая компьютерные и веб-технологии, что подчеркивает важность интеграции различных медиа в образовательный процесс.

В 2010 году исследование, проведенное Даун Бирч и ее коллегами, показало, что использование нескольких представлений контента с помощью мультимедиа может улучшить вовлеченность студентов, хотя и не всегда приводит к улучшению учебных результатов [3].

Это указывает на необходимость дальнейшего изучения влияния мультимедиа на разные стили обучения.

В 2015 году М. Лоу и его коллеги отметили, что использование медиа в медицинском образовании может значительно повлиять на учебные результаты, особенно в контексте формирования эмпатии и коммуникации между врачом и пациентом [4]. Это исследование подчеркивает необходимость тщательного планирования интеграции медиа в учебные программы.

Результаты, представленные Рознимом Мохамадом Расли и его коллегами в 2016 году, подтвердили, что образовательные симуляции могут положительно сказаться на мотивации и понимании материала студентами [5]. Это исследование подчеркивает важность внедрения технологий для решения проблем традиционного обучения.

Также в 2016 году Стивен Н. Улосевич изучил, как различные медиа могут влиять на обучение, подчеркивая, что эффективность мультимедийного обучения зависит от характеристик самих медиа [6].

Это подтверждает, что выбор медиа должен быть основан на учебных целях и предпочтениях студентов.

Лаура Анджела Сандовал в 2016 году показала, что использование мультимедиа в классе может повысить интерес и мотивацию студентов [7]. Это подчеркивает необходимость подготовки учителей к использованию новых технологий в обучении.

Мигель Рамлатчан также в 2016 году исследовал, как мультимедийный дизайн может улучшить восприятие преподавателей и эффективность обучения, подчеркивая важность применения теории мультимедийного обучения [8]. Это исследование подтверждает, что правильный дизайн мультимедийных материалов может значительно улучшить учебный процесс.

В 2018 году Абдул Халим Хазиана и его коллеги исследовали эффективность мультимедийного обучения в повышении академической успеваемости студентов, подчеркивая важность интеграции технологий в образовательный процесс [9]. Это указывает на необходимость использования мультимедиа как инструмента для улучшения взаимодействия и обмена знаниями среди студентов.

Исследование Хорхе Бенавидеса в 2018 году показала, что мультимедиа может значительно повлиять на изучение языков, если оно связано с социальными и культурными контекстами студентов [10]. Это подтверждает необходимость разработки учебных материалов, которые учитывают потребности и контексты обучающихся.

Заключение. Проанализированные научные источники показывают, что интеграция мультимедийных презентаций и компьютерных имитационных моделей в процесс обучения играет важную роль в повышении мотивации, участия и понимания студентов. В частности, визуальные и интерактивные презентации делают усвоение учебного материала более эффективным и стимулируют самостоятельное мышление и активное участие студентов.

Как показывают научные исследования, продуманное проектирование мультимедийных средств и их подбор в соответствии с педагогическими целями определяют их эффективность. При этом важным фактором является выбор технологий, соответствующих индивидуальным стилям обучения учащихся, возрастным особенностям и условиям обучения.

Компьютерные имитационные модели зарекомендовали себя как эффективный инструмент, особенно при обучении сложным явлениям или теоретическим знаниям на практике. С их помощью студент приобретает опыт, моделирует реальные ситуации и углубляет понимание теории.

Поэтому интегрированные образовательные среды, созданные с использованием сочетания мультимедийных и имитационных технологий, становятся неотъемлемой частью современного образовательного процесса. При их внедрении в образование рекомендуется учитывать следующее:

- разрабатывать мультимедийные материалы, соответствующие возрасту и психологическим особенностям учащихся;
- подготовить учителей к разработке уроков на основе современных технологий;
- обогатить мультимедийные инструменты интерактивными и рефлексивными элементами, а не только визуальными;
- эффективное использование имитационных моделей для развития у учащихся навыков решения проблем.

Уроки, созданные на основе вышеизложенных рекомендаций, создают основу для получения учащимися глубоких знаний и развития их творческих способностей и навыков критического мышления.

Рекомендации:

1. Координированное использование средств мультимедиа и моделирования в процессе урока.
Рекомендуется использовать мультимедийные презентации в сочетании с компьютерными имитационными моделями, чтобы помочь студентам глубже понять тему.
2. Подготовка педагогов к работе с современными цифровыми технологиями.
Необходимо организовать специальные тренинги и семинары для повышения квалификации преподавателей по эффективному проектированию и использованию мультимедийных средств.
3. Учет дидактических и психологических подходов при проектировании образовательных ресурсов.
Мультимедийные и имитационные средства должны разрабатываться с учетом возрастных особенностей, стилей обучения и потребностей учащихся.
4. Повышение уровня интерактивности мультимедийных инструментов.
Используйте больше интерактивных компонентов, таких как вопросы и ответы, тесты и виртуальные эксперименты, в которых учащиеся принимают активное участие.

Список использованных источников

1. Benavides B., J.E. Влияние мультимедийной программы «English Discoveries» на развитие пяти различных языковых навыков у учащихся старших классов / J.E. Benavides B. // 2018.
2. Birch, D. Влияние множественных представлений контента с использованием мультимедиа на результаты обучения / D. Birch, M. Sankey, M. Gardiner // 2010.
3. Halim Haziana, A. Исследование доступа студентов к информации для подходов к обучению с использованием ИКТ / A. Halim Haziana, K. Ananthi, A. Yanti Hidayu, S. Noor Suhani [и др.] // 2018.
4. Lau, R.L. Внедрение интерактивного мультимедийного DVD в исследования электронных медиа / R.L. Lau // 2003.
5. Law, M. Современное состояние телевидения и кино в медицинском образовании / M. Law, W. Kwong, F. Friesen, P. Veinot [и др.] // 2015.
6. Mohamad Rasli, R. Предварительное исследование образовательных симуляций в образовательном контексте / R. Mohamad Rasli, N. Md Norwawi, N. Basir // 2016.
7. Ramlatchan, M. Мультимедийный дизайн, эффективность обучения и восприятие студентами авторитетности преподавателя и непосредственности / M. Ramlatchan // 2016.
8. Sandoval, L.A. Исследование мультимедийного обучения, принципа модальности и понимания прочитанного в классах четвертого уровня / L.A. Sandoval // 2016.
9. Teabo, S.L. Использование учебного мультимедиа для повышения интерактивности посредством веб-обучения в условиях P-12 / S.L. Teabo // 2004.
10. Ulosevich, S.N. Связь стилей преподавания и обучения через системы доставки медиа, разработанные по модели обучения Колба / S.N. Ulosevich // 2016.

П.А. Меркушевич, И.Ю. Сверба, Л.П. Махнист, Т.И. Каримова
Брестский государственный технический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЯДОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ГИДРОЛОГИИ

В работе рассматривается модель многолетних колебаний речного стока, полученная на основе стохастического дифференциального уравнения Орнштейна–Уленбека. Рассматриваемый процесс, который является однородным по времени марковским процессом диффузионного типа с соответствующим коэффициентом сноса и диффузии, дает возможность оценить математическое ожидание распределения вероятностей изменения речного стока. Этот параметр является решением дифференциального уравнений второго порядка с краевыми условиями, полученными на основе уравнения Фоккера–Планка и обратного уравнения Колмогорова для переходной плотности вероятности. В отличие от использования численного интегрирования этого дифференциального уравнения, в работе получено решение, представленное в виде степенного ряда.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, ряд Маклорена, задачи гидрологии, модель колебаний речного стока.

Введение. Рассмотрим дифференциальное уравнение для описания колебаний речного стока, используемое в стохастической гидрологии (например, в [1]):

$$\frac{d^2\theta_1}{d\xi^2} - \xi \frac{d\theta_1}{d\xi} = -1, \quad \left. \frac{d\theta_1}{d\xi} \right|_{\xi=\infty} = 0, \quad \theta_1(\xi)|_{\xi=\xi_*} = 0 \quad (1)$$

Уравнение (1) при решении некоторых прикладных задач интегрировалось различными методами, например, в [2], в работе [3] исследовалось асимптотическое поведение решения, а в работах [4], [5] исследовалась сходимость решения этого уравнения. В работах [6], [7] и [8] для решения уравнения (1) использовалась система компьютерной алгебры.

Основная часть. Приведем решение этого уравнения, используя степенные ряды.

Введем обозначение $\frac{d\theta_1}{d\xi} = f_1(\xi)$. Тогда, учитывая, что $\frac{d^2\theta_1}{d\xi^2} = \frac{df_1}{d\xi}$, приходим к линейному дифференциальному уравнению первого порядка $\frac{df_1}{d\xi} - \xi f_1 = -1$, с начальным условием $f_1(\xi)|_{\xi=\infty} = 0$.

Решение последнего уравнения будем отыскивать в виде $f_1(\xi) = u(\xi)v(\xi)$. Тогда, учитывая, что $f_1'(\xi) = u'(\xi)v(\xi) + u(\xi)v'(\xi)$, получим уравнение:

$$u'v + u(v' - \xi v) = -1 \quad (2).$$

Найдем одно из ненулевых решений уравнения $v' - \xi v = 0$.

Разделяя переменные в уравнении $\frac{dv}{d\xi} = \xi v$, решением которого, очевидно, является $v = 0$,

получим $\frac{dv}{v} = \xi d\xi$.

Интегрируя последнее уравнение, имеем $\int \frac{dv}{v} = \int \xi d\xi + C_2$. Откуда $\ln|v| = \frac{\xi^2}{2} + \ln C_1$ или $v = \pm C_1 e^{\frac{\xi^2}{2}}$.

Следовательно, $v = C e^{\frac{\xi^2}{2}}$ – общее решение дифференциального уравнения $v' - \xi v = 0$.

Выберем одно из ненулевых решений этого уравнения, например, $v = e^{\frac{\xi^2}{2}}$, при $C = 1$.

Подставляя его, в уравнение (2), имеем $u'e^{\frac{\xi^2}{2}} = -1$ или $u' = -e^{-\frac{\xi^2}{2}}$. Откуда $u = -\int e^{-\frac{\xi^2}{2}} d\xi + C$.

Следовательно, $f_1(\xi) = u(\xi)v(\xi) = (-\int e^{-\frac{\xi^2}{2}} d\xi + C)e^{\frac{\xi^2}{2}}$ или $f_1(\xi) = (C - \int_{-\infty}^{\xi} e^{-\frac{t^2}{2}} dt)e^{\frac{\xi^2}{2}}$.

Заметим, что $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 1$. Тогда, учитывая начальное условие $f_1(\xi)|_{\xi=-\infty} = 0$, имеем $f_1(\xi) = (\sqrt{2\pi} - \int_{-\infty}^{\xi} e^{-\frac{t^2}{2}} dt)e^{\frac{\xi^2}{2}}$ или $f_1(\xi) = (\sqrt{\frac{\pi}{2}} - \int_0^{\xi} e^{-\frac{t^2}{2}} dt)e^{\frac{\xi^2}{2}}$, что можно проверить, используя правило Лопиталья.

Заметим, что тогда $f_1(0) = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$. Учитывая, что $f_1'(\xi) = -1 + \xi f_1(\xi)$, получим, что $f_1'(0) = -1$.

Найдем решение дифференциального уравнения $\frac{df_1}{d\xi} - \xi f_1 = -1$, разложив функцию $f_1(\xi)$ в ряд Маклорена.

Так как $f_1'(\xi) = -1 + \xi f_1(\xi)$, то $f_1''(\xi) = f_1(\xi) + \xi f_1'(\xi)$, $f_1'''(\xi) = 2f_1'(\xi) + \xi f_1''(\xi)$, $f_1^{(4)}(\xi) = 3f_1''(\xi) + \xi f_1'''(\xi)$ и т. д.

Следовательно, используя метод математической индукции, получим рекуррентное соотношение: $f_1^{(n)}(\xi) = (n-1)f_1^{(n-2)}(\xi) + \xi f_1^{(n-1)}(\xi)$, где $f_1^{(n)}(\xi)$ – производная функции $f_1(\xi)$ n -го порядка, где $n \in \mathbb{N}$ и $n \geq 2$, и $f_1^{(0)}(\xi) = f_1(\xi)$.

При $n = 2k$ – четное число ($k \in \mathbb{N}$), получим $f_1^{(2k)}(0) = (2k-1)f_1^{(2k-2)}(0) = (2k-1)!! f_1(0)$, где $(2k-1)!! = 1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2k-1)$ – двойной факториал нечетного числа $2k-1$.

При $n = 2k+1$ – нечетное число ($k \in \mathbb{N}$), получим $f_1^{(2k+1)}(0) = (2k)f_1^{(2k-1)}(0) = (2k)!! f_1'(0)$, где $(2k)!! = 2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (2k)$ – двойной факториал четного числа $2k$.

Следовательно, $\frac{f_1^{(2k)}(0)}{(2k)!} = \frac{(2k-1)!! f_1(0)}{(2k)!} = \frac{f_1(0)}{(2k)!!}$ и $\frac{f_1^{(2k+1)}(0)}{(2k+1)!} = \frac{(2k)!! f_1'(0)}{(2k+1)!} = \frac{f_1'(0)}{(2k+1)!!}$, где $k \in \mathbb{N}$.

Тогда ряд Маклорена для функции $f_1(\xi)$ можно записать в виде:

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{f_1^{(n)}(0)}{n!} \xi^n = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{f_1^{(2k)}(0)}{(2k)!} \xi^{2k} + \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{f_1^{(2k+1)}(0)}{(2k+1)!} \xi^{2k+1} = f_1(0) \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\xi^{2k}}{(2k)!!} + f_1'(0) \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\xi^{2k+1}}{(2k+1)!!}.$$

Учитывая, что $f_1(0) = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$ и $f_1'(0) = -1$, получим $f_1(\xi) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\xi^{2k}}{(2k)!!} - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\xi^{2k+1}}{(2k+1)!!}$. Так как

$$\frac{d\theta_1}{d\xi} = f_1(\xi), \text{ то } \theta_1(\xi) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\xi^{2k+2}}{(2k)!!(2k+1)} - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\xi^{2k+2}}{(2k+1)!!(2k+2)} + C.$$

Учитывая, начальное условие, $\theta_1(\xi)|_{\xi=\xi_*} = 0$, получаем, что $\theta_1(\xi) = S_1(\xi) - S_1(\xi_*)$, где

$$S_1(\xi) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\xi^{2k+2}}{(2k)!!(2k+1)} - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\xi^{2k+2}}{(2k+1)!!(2k+2)} \text{ или } S_1(\xi) = \sum_{n=1}^{+\infty} \left(\frac{\pi}{2}\right)^{\left\{\frac{n}{2}\right\}} \frac{(-1)^{n-1} \xi^n}{(n-1)!! n}, \text{ где } \{t\} -$$

дробная часть числа t соответственно.

Заключение. Предлагаемая методика решения уравнения (1) может быть использована для решения более широкого круга задач стохастической гидрологии, которые описываются дифференциальными уравнениями аналогичного вида (например, в [4] и [5]).

Список использованных источников

1. Волчек, А.А. О моментах распределения вероятностей модели диффузионного типа в практике гидрологии / А.А. Волчек, И.И. Гладкий, Л.П. Махнист // Математика и ее приложения : межвуз. сб. науч. тр. / Ассоциация математиков вузов северо-запада ; под ред. Д.П. Голоскокова, А.Р. Шкадовой. – СПб., 2011. – Вып. 3. – С. 139–148.
2. Волчек, А.А. О параметрах распределения вероятностей диффузионной модели стохастической гидрологии / А.А. Волчек, И.И. Гладкий, Л.П. Махнист // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Физика, математика, информатика. – 2010. – № 5. – С. 48–53.
3. Волчек, А.А. О решении системы дифференциальных уравнений, одной из моделей многолетних колебаний речного стока / А.А. Волчек, Л.П. Махнист, В.С. Рубанов // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 4, Матэматыка. Фізіка. – 2010. – № 1. – С. 68–77.
4. Волчек, А.А. О сходимости решения одной малопараметрической модели многолетних колебаний речного стока / А.А. Волчек, Л.П. Махнист, В.С. Рубанов // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Физика, математика, информатика. – 2009. – № 5. – С. 2–5.
5. Волчек, А.А. Об асимптотическом поведении параметра одного из распределений вероятностей речного стока / А.А. Волчек, Л.П. Махнист, В.С. Рубанов // Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь : сб. материалов междунар. науч.-техн. конф., Брест, 22–23 апр. 2010 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С.В. Басов [и др.]. – Брест, 2010. – С. 45–49.
6. Махнист, Л.П. Использование систем компьютерной алгебры в задаче гидрологического моделирования / Л.П. Махнист, Е.Н. Зашук, И.И. Гладкий // Вычислительные методы, модели и образовательные технологии : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 22 окт. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. Д.В. Грищука. – Брест, 2021. – С. 54–56.
7. Махнист, Л.П. К решению задачи гидрологии с использованием систем компьютерной алгебры / Л.П. Махнист, Е.Н. Зашук, И.И. Гладкий // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф., Брест, 28–29 апр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. А.И. Басика. – Брест, 2022. – С. 17–19.
8. Махнист, Л.П. Применение систем компьютерной алгебры для решения модели стохастической гидрологии / Л.П. Махнист, Е.Н. Зашук, И.И. Гладкий // Математические и физические методы исследований: научный и методический аспекты : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф., Брест, 22–23 апр. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. Н.Н. Сендера. – Брест, 2021. – С. 96–98.

УДК 669\2.8.620.178.6

В.С. Савенко¹, О.Б. Скворцов², В.И. Сташенко², Чэнь Янзы¹

¹Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

²Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН

ЭЛЕКТРОННЫЕ И РЕШЁТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Рассмотрены основные электронные и решёточные механизмы, методика эксперимента получения электропластического эффекта

Ключевые слова: электропластический эффект, пластическая деформация облучение, дислокации, виброперегрузки.

Введение. В 1963 г на линейном ускорителе электронов в Институте физической химии Российской академии наук О.А. Троицким был обнаружен и опубликован [1] электронно-пластический эффект, который заключался в действии ускоренных электронов на пластическую деформацию кристаллов цинка диаметром 1 мм и длиной 20 мм, находящихся в квазиупругом состоянии. Интенсивность облучения составляла 10^{11} эл/см²с, энергия электронов – 1,4–1,5 МэВ. Электроны указанных энергий оказывают объёмное действие на деформируемый металл. Расстояние от выходного окна ускорителя до испытуемых образцов составляло 100–120 мм. Для деформации образцов использовалась дистанционно работающая испытательная машина типа Instron, установленная под выходное окно ускорителя. В образцах тонкой полоской туши вдоль их оси отмечалось

место выхода на поверхность дислокаций в элементах лёгкого скольжения $(0001) \langle 1\bar{1}20 \rangle$. Образцы устанавливались в зажимы испытательной машины так, чтобы для одной их группы облучение во время деформации растяжением было поперечным элементам скольжения (а), а для другой группы продольным (б). В результате экспериментов было установлено, что в последнем случае при совпадении направления облучения с элементами легкого скольжения кристаллов имеет место повышенная их пластичность до момента квазихрупкого разрушения. Последнее состояние достигалось нанесением на поверхность образцов плёнки ртути толщиной 5 мкм по методике, описанной в монографии [2] (рисунок 1).

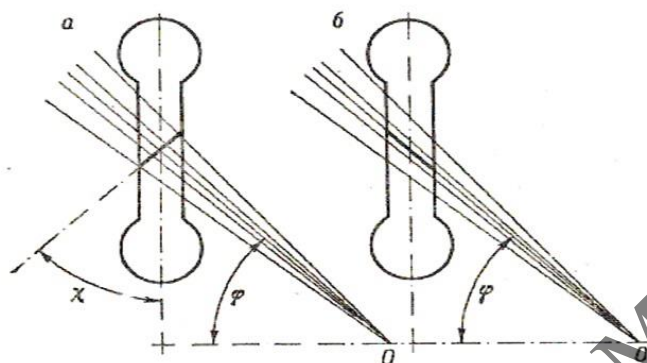


Рисунок 1 – Положение плоскости базиса монокристаллического образца цинка относительно потока частиц, испускаемых источником, расположенным в точке О: а – поперечное положение базиса; б – продольное, после поворота образца вокруг своей оси на 180°

Полученный результат был объяснён действием «электронного ветра» внешнего происхождения на подвижные дислокации в плоскостях базиса (0001) кристаллов цинка, а также возможной интенсификацией работы источников дислокаций. Явление получило название электронно-пластического эффекта (ЭПЭ) при облучении. Помимо публикации [1], сведения об этом эксперименте были опубликованы в монографиях. Однако практическое применение обнаруженного явления не получило из-за опасного для жизни тормозного и синхротронного излучения в рабочей камере линейного ускорителя электронов.

Основная часть. ЭПЭ на токе был экспериментально обнаружен в 1969 г в работах при действии одиночными импульсами тока амплитудной плотности $J_m = 10^5 \text{ A/cm}^2$ и длительности $\tau \sim 10^{-4} \text{ с}$ на деформацию кристаллов цинка растяжением и сжатием при температуре жидкого азота. Эффект проявлялся, как показано на диаграммах растяжения (рисунок 2), в скачках вниз, т. е. падениях приложенной нагрузки от машины Instron за счет мгновенных скачкообразных удлинений образцов, скачков пластической деформации продолжительностью примерно по 10^{-3} с . Указанное явление возникало без участия макроскопического теплового эффекта, поскольку образцы и токоподводящие контакты, впаянные в их головки, находились в жидком азоте при температуре -196°C . В случае сжатия образцов во время действия на них импульсами тока, скачки ЭПЭ были направлены также вниз, в сторону разупрочнения металла. Таким образом, тепловой эффект отсутствовал, в противном случае dilatометрическое удлинение сжимаемых образцов вызывали бы пики ЭПЭ не вниз, а вверх. При остановках работы машины, когда процессы активной деформации прекращались, наступала релаксация приложенных напряжений и небольшая дополнительная пластическая деформация, усиленная действием импульсного тока. Измерения с помощью приваренных к контрольным образцам термопар показали наличие лишь небольшого теплового эффекта относительно окружающего жидкого азота в моменты прохождения по ним импульсов тока. Тепловой эффект был не более одного градуса. Фиксировался также эффект Пельтье. Как видно из представленных на рисунке 2 диаграмм, под влиянием импульсов тока происходило значительное (примерно вдвое) увеличение пластической деформации кристаллов до момента их хрупкого разрушения. Уменьшался коэффициент упрочнения, а также величина отдельных пиков с ростом частоты посылок тока. Последние два результата можно объяснить истощением под влиянием тока дислокационной структуры деформируемых кристаллов. В последующие годы многими авторами в мире были повторены эти опыты. Они теоретически обсуждались. Продолжались экспериментальные

исследования ЭПЭ на монокристаллах и поликристаллах различных металлов и сплавов не только при низких, но и при комнатных температурах.

Существование ЭПЭ было подтверждено американскими учеными под руководством проф. Г. Конрада на поликристаллическом титане десять лет спустя после первых российских публикаций. Вопреки распространенному мнению, что воздействие электромагнитными полями на металл во время обработки его давлением (ОМД) следует относить к сильным, эти воздействия, как правило, отличаются относительно низкими затратами энергии – не более 10^{-4} эВ в расчете на один атом, что на один-два порядка меньше затрат энергии на простое механическое деформирование (10^{-3} эВ) или тепловом действии (10^{-2} эВ). В.Е. Громовым с сотрудниками было установлено увеличение подвижности дислокаций в массивных кристаллах цинка под действием импульсов тока. При попутном «электронном ветре» скорость дислокаций в элементах скольжения $\langle 1122 \rangle$ $\langle 1123 \rangle$ кристаллов увеличивалась на 25–30 %, что явилось доказательством наличия полярной части ЭПЭ, измеренной на дислокационном уровне. Встречно направленные импульсы тока также инициировали перемещение дислокаций, но в меньшей степени, видимо, в силу влияния тока на стартовые напряжения движения дислокаций, которые уменьшались на величину порядка 0,14–0,16 МПа. О.А. Троицким с сотрудниками было установлено, что внутреннее трение $\text{tg } \Phi$ в кристаллах кадмия повышается под влиянием импульсного тока, как считается, за счет увеличения подвижности дислокаций. При действии импульсного тока с амплитудной силой тока 200 А и длительностью импульсов 50 мкс дефект модуля был больше, чем при действии переменным током эквивалентного теплового действия, а потери тем меньше, чем больше скважность импульсного процесса $Q = T/\tau$ при заданном периоде T и частоте посылок импульсов тока $F = 100$ Гц. В отношении ЭПЭ существенны два основных действия. Экспериментально установлено, что при внешнем электрическом импульсном воздействии происходит характерный ударный механический отклик металлов (рисунок 2), сопровождающийся ультразвуком. Вибрационные скачки возникают в моменты начала переднего и заднего фронтов импульса, переходя в затухающие колебания. Вибрации не связаны с плавным нарастанием тока через образец и с постоянным уровнем тока при его действии.

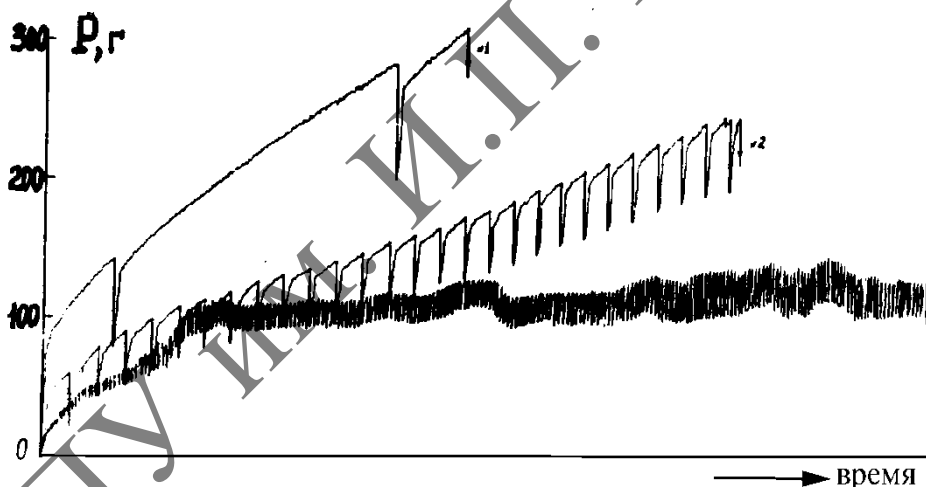


Рисунок 2 – Скачкообразная деформация кристаллов цинка, вызванная прохождением через них импульсов тока через каждые 200 с (1), 20 с (2), а также через каждую секунду (3). Амплитудная плотность тока составляла $J_m = 10^5 \text{ А/см}^2$ при длительности импульсов $\tau \sim 10^{-4} \text{ с}$

Согласно полученным данным эксперимента, амплитуда виброперегрузок на фронтах электрического импульса изменяется скачкообразно, которые происходят симметрично и имеют противоположные знаки. Следует учесть, что направление отклика зависит от вектора внешнего электрического импульса. В то же время следует отметить, что амплитуда виброперегрузки слабо зависит от длительности электрического импульса.

Основными характеристиками отклика на действие электрического импульса на металл при возникающих вибрациях является скорость колебаний в единицу времени – вибрационное ускорение a_v и ее безразмерная величина – виброперегрузка, измеряемая в единицах ускорения свободного падения a_v/g (рисунок 3).

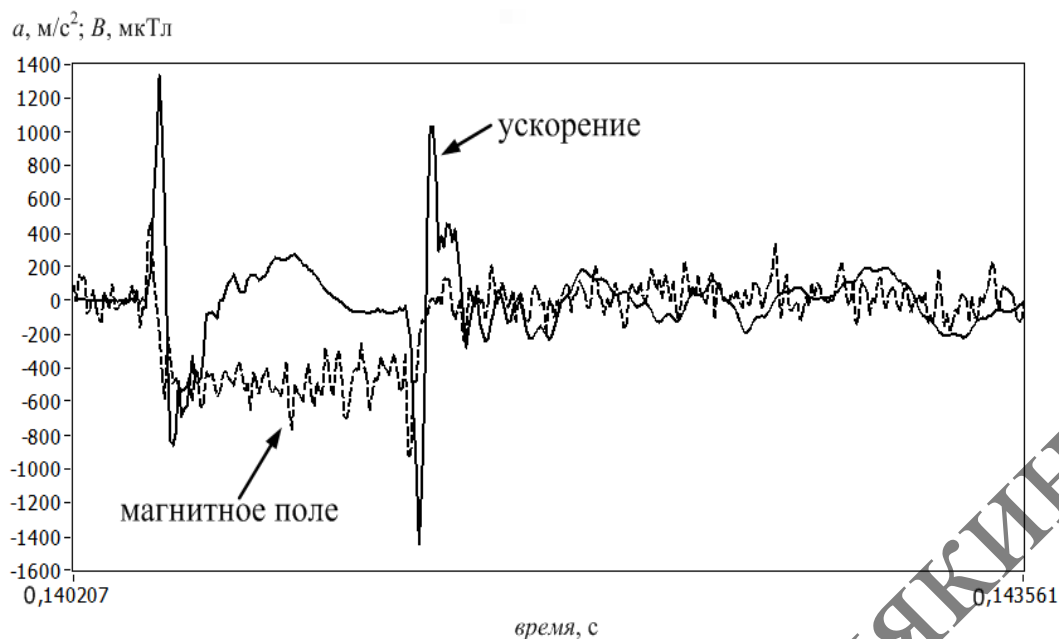


Рисунок 3 – Сигналы виброперегрузок, вызванных действием электрического импульса амплитудой 5 вольт, длительностью 1000 мкс для титанового образца диаметром 3 мм длиной 150 мм

Следует отметить, что датчик магнитного поля расположен на расстоянии 5 мм от него. B_C – 3 кольцевая магнитная индукция в виде кругового магнитного поля вокруг проводника вблизи его поверхности. B_R – 4 радиальная составляющая индукции магнитного поля, в направлении радиуса проводника.

Список использованных источников

1. Троицкий, О.А. Об анизотропии действия электронного и γ -облучения на процесс деформации монокристаллов цинка в хрупком состоянии / О.А. Троицкий, О.А. Лихтман // Докл. АН СССР. – 1963. – Т. 148. – С. 332–334.
2. Физико-химическая механика металлов / В.И. Лихтман, Е.Д. Щукин, П.А. Ребиндер. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1962. – 303 с.
3. Троицкий, О.А. Внешние электронное и электростатическое воздействия на материалы. Упрочнение и разупрочнение, изменение структуры и хрупкости под влиянием облучения и полей / О.А. Троицкий, Ю.В. Баранов, В.А. Демин. – М. : МГИУ, 2002. – 274 с.



Использование прогрессивных материалов и технологий в машиностроении и строительстве: опыт и перспективы

УДК 504.05

В.П. Дубодел¹, Т.В. Аткинговская², И.И. Злотников²

¹Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

²Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

ПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ СЫПУЧИХ ПОРОД И УКРЕПЛЕНИЯ РЫХЛЫХ ГРУНТОВ

Рассмотрены перспективы использования раствора на основе продуктов щелочного гидролиза отходов полиакрилонитрильного волокна и жидкого стекла для формирования пылеподавляющих слоев на сыпучих поверхностях и для укрепления рыхлых грунтов. Определены оптимальные концентрации рабочего раствора и его основные эксплуатационные свойства. Разработанный состав прост в изготовлении, не требует сложного оборудования, имеет длительный срок хранения. Состав наносят на пылящую поверхность методом пневмораспыления или закачивают инъекционным способом в рыхлый грунт.

Ключевые слова: защита окружающей среды, пылевые загрязнения, пылеподавление, укрепление грунта, полимерсиликатные композиции, водостойкость.

Введение. Загрязнение окружающей среды выбросами пыли с поверхности отработанных техногенных источников является актуальной экологической проблемой современности. Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха и окружающей среды в целом выбросами пыли наносят шламохранилища, золоотвалы, хвостохранилища и другие свалки отходов горно-обогатительной отрасли. Так, за время работы Гомельского химического завода (по данным на 2019 г.) в отвалах скопилось более 14 млн тонн отходов, в основном фосфогипса, и их количество непрерывно увеличиваться. Хотя частицы фосфогипса при природной влажности грунта обладают склонностью к образованию плотных комков, но при испарении влаги в жаркий и сухой период, сцепление между частицами резко снижается, и уже при скорости ветра 2–3 м/с наблюдается пыление свежих горизонтов отвалов [1; 2]. Аналогичная ситуация складывается на ОАО «ПО «Беларуськалий», где количество отходов, накопленных на земной поверхности Солигорского района в солеотвалах и шламохранилищах, в настоящее время превышает 700 млн тонн и занимает площадь около 1,5 тыс. га [2; 3]. Вследствие разрушения поверхности солеотвалов посредством ветровой эрозии происходит снос пыли с открытых участков в окружающую среду.

В настоящее время существует целый ряд способов закрепления пылящих поверхностей для снижения их негативного воздействия. Наиболее распространенным методом является обработка пылящей поверхности различными реагентами, растворами и составами, которые создают на ней после высыхания прочный и водонепроницаемый защитный слой (корку). Для этих целей применяют цемент, известь, жидкое стекло, битумы, смолы, растворы различных полимеров (в первую очередь акриловых) и другие вещества [4]. Однако применение многих реагентов (соли, битумы, смолы и т. д.) может приводить к загрязнению грунтовых вод вредными компонентами. В этой связи разработка новых и усовершенствование существующих способов снижения пыления является актуальной задачей.

Цель работы – разработка состава для получения на сыпучих породах прочного и водостойкого покрытия и определение его основных эксплуатационных свойств, также рассмотрение областей его применения.

Материалы и методы исследования. В качестве исходных продуктов использовали отходы синтетического полиакрилонитрильного волокна «Нитрон Д» (производитель ОАО «Полимир», г. Полоцк), которые образуются при производстве искусственного меха на ОАО «Белфа» (г. Жлобин). Основываясь на ранее проведенных исследованиях [5] для получения водорастворимого акрилового полимера волокна

гидролизировали 5%-ным водным раствором гидроксида натрия из расчета 100 г NaOH на 126 г волокна в закрытой емкости при температуре 80–90 °С в течение 4 ч. Получали вязкий раствор продуктов гидролиза с водородным показателем pH=11,5–12,0, который отстаивали в течение 24 ч и фильтровали для удаления остатков неразложившихся волокон и случайных примесей. Содержание сухого вещества в очищенном растворе составляло 10–12 мас.%. Вторым компонентом разрабатываемого состава было натриевое жидкое стекло по ГОСТ 13078-81 с силикатным модулем (молярное отношение SiO₂ к Na₂O) в пределах 2,6–3,0.

Раствор продуктов гидролиза полиакрилонитрильного волокна хорошо разбавляется водой и совмещается с натриевым жидким стеклом в любых пропорциях с образованием устойчивого двухкомпонентного полимерсиликатного раствора. Рабочий состав изготавливали путем последовательного растворения компонентов (продуктов гидролиза и жидкого стекла) в воде.

Оценку свойств разработанного состава проводили на лабораторной модели по следующей методике. Фосфогипс Гомельского химического завода сушили, насыпали в стальной поддон размером 40x20x10 см, разравнивали и подвергали уплотнению на вибростоле. Разработанный состав с помощью ручного пульверизатора равномерно наносили на поверхность фосфогипса в количестве 2 л/м². Обработанную модель выдерживали в течение 24 ч при температуре 20±5 °С и подвергали испытанию. Определяли усилие продавливания, полученного на поверхности фосфогипса твердого покрытия. Усилие продавливания определяли грунтовым пенетрометром ПБ-1Ф с конусным индентором с углом 30°. Величину усилия продавливания рассчитывали, как отношение нагрузки к площади образующегося в покрытии следа от конуса. Для определения водостойкости покрытие обрабатывали водой с помощью пульверизатора из расчета 1 л/м². Затем модели выдерживали 1 ч при температуре 20±5 °С для пропитки покрытия водой и определяли усилие продавливания.

Для оценки возможности применения разработанного состава для укрепления рыхлых грунтов определяли показатель прочности на сжатие укрепленных лабораторных образцов пористых пород (кернов). Для этого карьерный кварцевый песок (производитель – филиал «Гомельский горно-обогатительный комбинат» ОАО «Гомельстекло») просеивали через сита и отбирали фракцию 0,315-0,63 мм. Песок набивали в кернодержатели (трубки из ПВХ высотой 90 мм и внутренним диаметром 30 мм). Готовые образцы пропитывали разработанным составом, сушили сначала при температуре производственного помещения в течение 24 часов, а затем в сушильном шкафу при температуре 50±5 °С в течение 6 часов. Отвержденные образцы грунта извлекали из кернодержателей и определяли предел прочности на сжатие.

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 приведены примеры полимерсиликатного раствора для закрепления пылящих поверхностей и укрепления грунтов конкретного выполнения.

Таблица 1 – Составы полимерсиликатного раствора, мас.%

Компонент	Номера составов		
	1	2	3
Жидкое стекло	2,0	5,0	8
Раствор продуктов гидролиза (по сухому остатку)	0,5	1,5	2,5
Вода	97,5	93,5	89,5

В таблице 2 представлены результаты сравнительных испытаний покрытий, полученных на поверхности фосфогипса разработанными составами в сравнении с известным составом-пылеподавителем FLOSET S 44 (Франция), который представляет собой водную дисперсию акрилового сополимера (состав номер 4).

Таблица 2 – Сравнительные свойства

Показатель	Номера составов			
	1	2	3	4
Усилие продавливания, МПа	6,8	9,4	9,8	5,7
Усилие продавливания, МПа, после обработки водой (водостойкость)	2,8	3,5	3,6	1,5

Как следует из сравнения полученных данных, покрытия, сформированные из разработанного состава, обладают более высокой механической прочностью и хорошей устойчивостью к воздействию влаги (дождя) по сравнению с известным составом.

В таблице 3 представлены результаты испытаний на механическую прочность образцов грунта, укрепленного разработанным составом.

Таблица 3 – Свойства укрепленных грунтов

Показатель	Номера составов			
	1	2	3	4
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	14,6	15,2	15,8	12,1

Представленные в таблице 3 данные показывают, что применение разработанного состава позволяет добиться высокой механической прочности укрепляемых грунтов, в исходном состоянии представляющих собой сыпучую породу.

Заключение. Таким образом, разработанный состав на основе продуктов гидролиза отходов полиакрилонитрильного волокна и жидкого стекла может быть успешно использован для закрепления пылящих поверхностей путем формирования на них прочных и водостойких защитных слоев. Также состав можно применять для укрепления рыхлых грунтов при инженерно-строительных работах и в горнодобывающей промышленности для упрочнения призабойной зоны пласта у скважины, предназначенной для добычи углеводородов. Состав не содержит дорогих или дефицитных компонентов, прост в изготовлении, не требует сложного оборудования и имеет длительный срок хранения. Состав можно применять как для обработки больших площадей породных отвалов, так и для небольших участков пылящих поверхностей, например, сыпучих продуктов, хранящиеся на открытых площадках, а также подъездных дорог и др. Рекомендуемый расход готового состава для успешного закрепления пылящих поверхностей – 1,5–2,5 л/м² в зависимости от гранулометрического состава обрабатываемой породы, ее влажности и выбранной концентрации применяемого состава. Укрепление рыхлых грунтов может производиться нагнетанием раствора в грунт инъекционным способом. Применение разработанного состава позволит успешно решать экологические проблемы, связанные с пылью, а кроме того является хорошим способом утилизации отходов синтетического полиакрилонитрильного волокна.

Список использованных источников

1. Губская, А.Г. Утилизация отходов Гомельского химического завода с получением товарной продукции / А.Г. Губская, Т.В. Воловик, А.П. Гапотченко, И.Н. Горбач // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС ; редкол.: О.Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2019. – Вып. 11. – С. 89–107.
2. Шершнева, О.В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды / О.В. Шершнева // Экологический вестник. – 2016. – № 2. – С. 97–103.
3. Семашко, А.В. Экологические проблемы Солигорского горнопромышленного района / А.В. Семашко, С.А. Федотова // Сборник материалов 72-й студенческой научно-технической конференции, 20–28 апреля 2016 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2016. – С. 264–267.
4. Немировский, А.В. Применение различных способов пылеподавления на поверхности хвостохранилища / А.В. Немировский, Е.Н. Сторожев // Горный журнал. – 2021. – № 6. – С. 103–105.
5. Злотников, И.И. СОЖ для механической обработки стекла на основе растворов полимеров / И.И. Злотников, П.А. Хило, М.И. Зубрицкий // Трение и износ. – 2007. – Т. 28, № 3. – С. 301–304.

УДК 691.16

В.П. Дубодел¹, В.М. Шаповалов², И.И. Злотников³

¹Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

²Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН Беларуси

³Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИТУМНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Изучено влияние предварительной обработки минеральных наполнителей поверхностно-активными веществами, полученными путем полного омыления гудрона растительных масел, на механические характеристики битумно-минеральных смесей. Установлено, что такая обработка приводит к повышению механической прочности на 40–60 %. Разработанные битумно-минеральные композиции могут успешно применяться для получения покрытий при проведении дорожных и кровельных работ.

Ключевые слова: нефтяной битум, минеральные наполнители, межфазное взаимодействие, поверхностно-активные вещества.

Введение. Нефтяные битумы широко используют в строительной индустрии для производства гидроизоляционных, кровельных, герметизирующих, антикоррозионных и других материалов, а также в дорожном строительстве. К недостаткам чистых битумов следует отнести их невысокую механическую прочность, хрупкость, низкую температуру размягчения и низкую стойкость к воздействию природных факторов, что часто снижает долговечность получаемых на их основе материалов. Расширение областей применения битумных материалов достигается введением различных модифицирующих добавок, в первую очередь дисперсных минеральных наполнителей. В качестве таковых используют мел, измельченный известняк, доломит, золу твердых видов топлива, каолин, молотый кварц, асбест, стеклянные и минеральные волокна и др. В то же время получаемые битумно-минеральные смеси не всегда имеют высокую механическую прочность, трещиностойкость и деформативность, особенно при низких температурах. Это объясняется в первую очередь низкой адгезией чистого битума ко многим минеральным веществам. Низкая степень сцепления между битумом и минеральным материалом обусловлена, как правило, недостаточной способностью чистого битума эффективно смачивать поверхность наполнителя, особенно минералов кислой природы [1].

Для решения данной проблемы в настоящее время представляется эффективным применение технологии усиления адгезионного взаимодействия компонентов битумно-минеральной смеси путем обработки минерального наполнителя анионными поверхностно-активными веществами (ПАВ), которые представляют собой водные растворы солей жирных кислот, в частности олеата натрия или полностью омыленных гудронов растительных масел и технических жиров. Применение таких ПАВ представляет интерес вследствие того, что сырье для их получения является отходами масложирового производства. При обработке минерального наполнителя водными растворами анионных ПАВ происходит увеличение отрицательного заряда его поверхности и, как следствие, усиление адгезионного взаимодействия с ним битумной матрицы, что приводит к увеличению физико-механических свойств получаемого материала. Это обусловлено тем, что с одной стороны, ионогенные группы молекул ПАВ образуют прочные химические связи с поверхностью минерального материала, а с другой – их углеводородные радикалы совместимы с битумом [2].

Цель работы – изучить влияние обработки минеральных наполнителей ПАВ, полученными омылением гудрона растительных масел, на физико-механические характеристики битумно-минеральных смесей.

В качестве исходных компонентов разрабатываемой битумно-минеральной композиции использовали битум нефтяной строительный марки БН 70/30 по ГОСТ 6617-76, гранитный отсев и щебень различных фракций и гудрон растительных масел (ГРМ) Гомельского жирового комбината. Свойства используемого ГРМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства гудрона

Показатель	Числовое значение
Плотность при 20 °С, кг/м ³	940–960
Температура застывания жирных кислот, °С	45–50
Кислотное число, мг КОН /г	75–125
Число омыления, мг КОН /г	140–185
Содержание неомыляемых веществ, мас. %	2,3–4,6

Основываясь на ранее проведенных исследованиях [3], ГРМ омыляли по следующей технологии. В обогреваемый смеситель загружали отмеренное количество ГРМ и нагревали до температуры 70–80 °С. После этого в полученный расплав при непрерывном перемешивании небольшими порциями вводили 20 % водный раствор гидроксида натрия. Количество щелочи брали из расчета полного омыления всех свободных и связанных жирных кислот, т. е. по числу омыления ГРМ.

Для определения эффективности использования омыленного ГРМ с целью повышения межфазного взаимодействия между битумом и минеральным наполнителем, были проделаны следующие предварительные эксперименты.

Гранитный щебень фракции 5–10 мм промытый водой, обрабатывали 5%-ным водным раствором омыленного ГРМ и сушили при температуре производственного помещения. Необходимое количество битума загружали в обогреваемый смеситель и нагревали до температуры 140–150 °С. В расплавленный битум засыпали обработанный щебень (массовое отношение щебня и битума 10:1) и тщательно перемешивали. При этом поверхность щебня покрывалась расплавом битума. При неудовлетворительном обволакивании минерального материала битумом расход связующего увеличивали. После завершения процесса визуально регистрировали равномерность покрытия наполнителя связующим, а также наличие избытка связующего. Интенсивность адгезионного взаимодействия битума и гранитного наполнителя качественно оценивали по степени покрытия наполнителя связующим. Аналогичный эксперимент проводили с необработанным щебнем.

Результаты проведенных исследований иллюстрирует рисунок 1. После предварительной обработки щебня омыленным ГРМ наблюдается полное покрытие минерального наполнителя битумом, а при использовании необработанного щебня – неполное. Было установлено, что для полного покрытия необработанного щебня битумом требуется увеличить расход связующего примерно на 20 %. Таким образом, предварительная обработка гранитного щебня полностью омыленным ГРМ приводит к улучшению его смачиваемости расплавом битума и уменьшает расход связующего.

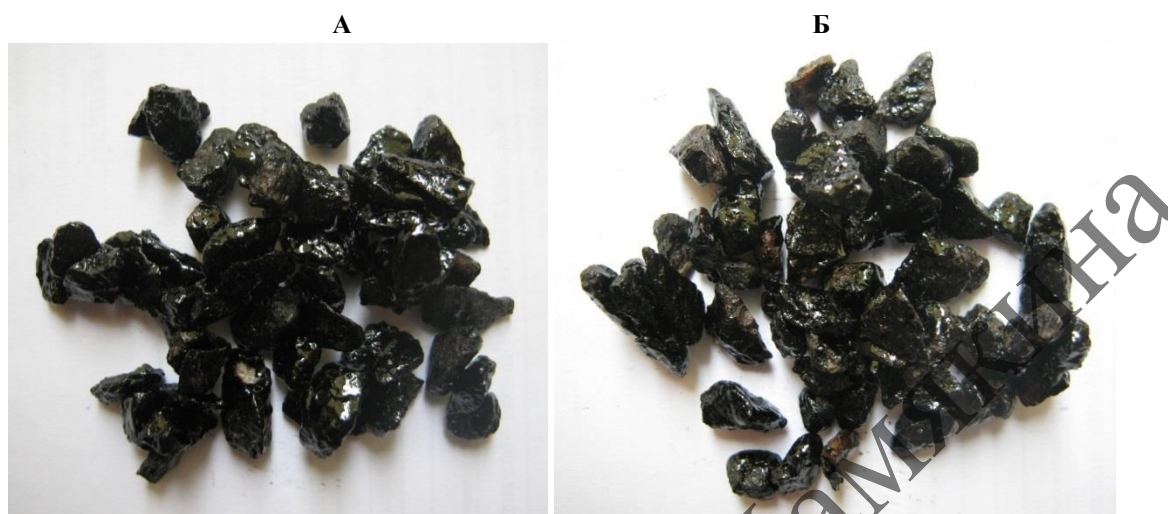


Рисунок 1 – Полное (А) и неполное (Б) покрытие минерального наполнителя битумным связующим

Образцы битумно-минеральных смесей готовили следующим образом. Промытый водой гранитный отсев фракции 0,1–1,5 мм обрабатывали омыленным ГРМ, сушили и смешивали с разогретым битумом (количество битума 10 мас. %) по вышеописанной методике. Определение механической прочности и водопоглощения проводили на цилиндрических образцах, которые изготавливали и испытывали по ГОСТ 12801-98. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства битумно-минеральных смесей

Показатель	Без обработки	С обработкой
Плотность, кг/м ³	2400–2500	2400–2500
Разрушающее напряжение при сжатии при 20 °С, МПа	2,0–2,5	3,2–4,3
Водопоглощение, %	3,5–4,0	3,5–3,8

Как следует из приведенных данных, предварительная обработка поверхности минерального наполнителя омыленным ГРМ приводит к увеличению механической прочности получаемой битумно-минеральной смеси на 40–60 %.

Таким образом, обработка минеральных наполнителей ПАВ полученными омылением гудрона растительных масел позволяет значительно повысить механические характеристики получаемых битумно-минеральных смесей. Разработанные битумно-минеральные композиции могут успешно применяться для получения покрытий при проведении дорожных и кровельных работ.

Список использованных источников

1. Островская, Е.Ф. Влияние реакционной способности минеральных материалов различной природы на их взаимодействие с битумной эмульсией / Е.Ф. Островская [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук – 2006. – № 1. – С. 35–38.
2. Абрамзон, А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение / А.А. Абрамзон. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1981. – 304 с.
3. Состав смазочно-охлаждающей жидкости для обработки металлов: пат. 8438 С1 Респ. Беларусь, МПК С 10М 173/02 / Злотников И.И., Селицкий С.Ф., Пискунов С.В. – № а 950748; заявл. 18.04.2003; опубл. 30.08.2006.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТРО ЩЕЛЕВОГО ТИПА «КРОТОВЫЕ НОРЫ»

В работе приводятся преимущества метро щелевого типа перед классическим метро.

Ключевые слова: метро, интеллектуальный транспорт, инновации.

Введение. В последнее время в технической периодической печати появляется всё больше работ по беспилотному, роботизированному транспорту [1–8].

Метро щелевого типа «Кротовые норы» относится к этому типу транспорта и представляет собой усовершенствованный вид автоматического подземного городского общественного транспорта (метро) на базе беспилотных электрокаров (инфобусов) вместимостью до 50 человек, курсирующих в узких тоннелях неглубокого заложения и обслуживающих пассажиров по требованию [9–11].

Этот вид транспорта отличается высокой производительностью (сопоставимой с традиционным метро), безопасностью и энергоэффективностью. Он значительно дешевле обычного метро и обеспечивает более высокую транспортную доступность. Данный транспорт работает по запросу, что позволяет ему адаптироваться к любому уровню пассажиропотока (высокому, среднему или низкому). Время ожидания транспорта для пассажиров минимально и составляет всего 20 секунд. Кроме того, пассажиры могут перемещаться из пункта А в пункт Б без остановок или с их минимальным количеством.

Для строительства метрополитена щелевого типа «Кротовые норы» не требуется создание крупных котлованов с масштабным использованием железобетонных работ. Процесс строительства осуществляется следующим образом. В городе выбирается магистраль с высоким пассажиропотоком. Как правило, такая магистраль имеет от трех до пяти полос шириной 3–4 метра в каждом направлении движения. От раздельной линии магистрали выделяется по одной полосе с левой и правой стороны, то есть из каждого направления движения изымается по одной полосе. В результате формируется строительная зона шириной до 6 метров. Вдоль раздельной линии выкапывается траншея шириной 2 метра (по 1 метру слева и справа от раздельной линии) и глубиной 3 метра. По мере частичного завершения земляных работ в траншею устанавливаются заранее изготовленные на заводе железобетонные конструкции, а также сборные рельсовые конструкции с междурельсовым расстоянием 1 метр (ширина инфобуса).

В качестве конструктивного решения для щелевого метро типа «Кротовые норы» выбран сборный вариант, что позволяет существенно увеличить скорость строительства благодаря использованию готовой заводской линии, настроенной на производство отдельных секций.

Основными сборными элементами являются конструкции, объединяющие покрытие, стенки и плиту днища, в которой заранее предусмотрены элементы для устройства путей инфобуса. Объединение покрытия и стенок в единый элемент позволяет сократить количество стыков в сборной конструкции и ускорить процесс монтажа.

Следует подчеркнуть, что одним из преимуществ данной системы является возможность создания криволинейной трассы без значительного увеличения трудозатрат по сравнению с прямолинейной. Это достигается благодаря оптимально подобранным размерам секций и эффективному способу их соединения.

Средняя скорость традиционного метрополитена составляет 35–40 км/ч (максимум 50 км/ч, что является пределом). В то же время щелевое метро развивает среднюю скорость 180 км/ч, поскольку инфобусы не совершают промежуточных остановок, и все пассажиры, следующие до одной станции назначения, движутся без остановок. Это стало возможным благодаря внедрению системы предварительного сбора данных о пассажирах: при проходе через турникеты пассажирский поток автоматически распределяется по станциям назначения, и инфобусы формируются из пассажиров, следующих до одной и той же станции. В результате скорость перемещения в четыре раза превышает показатели традиционного метро. При этом 180 км/ч – не предел, так как в тоннеле возможно движение со скоростями 300 км/ч и выше.

Для этой станции метро типа «кротовые норы» эскалаторы не нужны, так как она находится на глубине 3 метра от поверхности. Размер станции (площадка перед посадкой 3х40 метров; в традиционном метро длина станции составляет от 160 и выше метров).

Основным звеном щелевого метро «Кротовые норы» является система сбора информации о пассажирах, дифференцирование их по пункту назначения и помещение пассажиров одной станции назначения в один инфобус. Этим обеспечивается высокая скорость перемещения инфобуса в тоннеле, а также высокая провозная способность инфобусов, собранных в виртуальные кассеты.

Каждый инфобус оборудован компьютером, связанным с сервером системы, команды с которого он обрабатывает полностью автономно под управлением собственного компьютера. Инфобусы базируются

в накопителях, расположенных в конечных пунктах маршрута. В них выполняется подзарядка инфобусов и оттуда они выдвигаются на маршрут [12].

Список использованных источников

1. Ракицкий, А.В. Робототехническая транспортная система / А.В.Ракицкий, В.Н.Шуть // Информационные технологии и системы 2013 (ИТС 2013) : материалы междунар. науч. конф. – Минск : БГУИР, 2013. – С. 82–83.
2. Шуть, В.Н. Информационная транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров / В.Н. Шуть, Л. Персия, Г. Джустиани // Искусственный интеллект. – 2015. – № 1–2. – С. 213–221.
3. Глущенко, Т.А. Инфобус – новый тип интеллектуального транспорта для внутригородских пассажирских перевозок / Т.А. Глущенко, В.В. Касьяник, Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть // Вестник Брестского университета. Физика, математика, информатика. – 2016. – № 5 (101). – С. 67.
4. Пролиско, Е.Е. Высокопроизводительный транспорт городской перевозки пассажиров на базе мобильных роботов / Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть // Електроніка та інформаційні технології : зб. наук. праць. – 2017. – Вип. 7. – С. 105–116.
5. Шуть, В.Н. Альтернативный метро транспорт на базе мобильных роботов / В.Н. Шуть, Е.Е. Пролиско // Штучний інтелект. – 2016. – № 2(72). – С. 170–175.
6. Шуть, В.Н. Интеллектуальная система городского общественного транспорта / В.Н. Шуть, В.В. Касьяник // Искусственный интеллект. – 2018. – № 3. – С. 141–149.
7. Шуть, В.Н. Интеллектуальная, кассетная, робототехническая транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров на базе мобильных роботов / В.Н. Шуть // Каталог перспективных разработок и инновационных предложений. – Брест, 2019. – С. 21–22.
8. Шуть, В.Н. Городской автоматический транспорт / В.Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1 (72). – С. 3–7.
9. Шуть, В.Н. Роботизированный метрополитен щелевого типа «Кротовые норы» / В.Н. Шуть // Штучний інтелект. – 2017. – № 1(75). – С. 111–117.
10. Шуть, В.Н. Щелевое интеллектуальное метро «Кротовые норы» / В.Н. Шуть, А.В. Тур, Г.Г. Гогоберидзе // Вестник БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2018. – № 5 (113). – С. 44–47.
11. Шуть, В.Н. Подземная роботизированная транспортная система перевозки пассажиров высокой провозной способности – метро щелевого типа «Кротовые норы» / В.Н. Шуть // Каталог перспективных разработок и инновационных предложений. – Брест, 2019. – С. 15–17.
12. Шуть, В.Н. Алгоритм организации городских пассажирских перевозок посредством рельсового беспилотного транспорта “Инфобус” / В.Н. Шуть, Е.В. Швецова // Actual Problems of Fundamental Science: third international conference. – Луцк : Вежа-Друк, 2019. – С. 222–226.

УДК 678.029:678.046.3

Д.Л. Подобед¹, В.П. Дубодел²

¹Филиал «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты

²Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЛИОЛЕФИНОВЫХ ОТХОДОВ НА ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Использование прогрессивных материалов и технологий в машиностроении и строительстве требует от научных сообществ проведения серьезных и кропотливых изысканий в области науки и техники. В свою очередь, внедряемые в производство как в сфере машиностроения, так и строительства инновационные материалы и технологии их производства в обязательном порядке должны соответствовать духу времени.

Ключевые слова: полиолефиновый отход, технологическое воздействие, прочностная характеристика, композиционный материал, технологическая добавка, наполнитель.

Введение. Переработка вторичных полимеров связана с их предисторией образования, которая учитывает наличие функциональных добавок (стеараты, катализаторы и т. п.) и загрязняющих веществ в них. Следовательно, их дробление и очистка будет оказывать влияние при изготовлении композиционных материалов на их основе. В то же время в процессе дробления полимерное сырье подвержено механическим нагрузкам, создаваемым рабочими органами перерабатывающего оборудования. Это приводит к образованию дополнительной теплоты при трении, что инициирует в материале протекание

процессов термодеструкции [1, с. 35]. Поэтому исследование влияния технологических воздействий на характеристики исходного полимерного сырья из отходов полиолефинов имеет важное значение.

С целью установления влияния фракционного состава вторичного полимерного материала на некоторые характеристики композиционных материалов было проведено дробление вторичных полиолефинов, и на их основе получены исследуемые образцы. Определены значения прочности при растяжении и крутящего момента при экструзии образцов на основе ПЭВД_{вт}, ПП_{вт} и ПЭНД_{вт} в зависимости от размеров фракции измельченного полимера. Установлено, что оптимальная фракция вторичных ПП и ПЭ находится в пределах 1–3 мм: прочность при растяжении для ПЭВД_{вт} – 15,8 МПа, для ПП_{вт} – 15,2 МПа; крутящий момент при экструзии для ПЭВД_{вт} – 11,0 Н·м, для ПП_{вт} – 12,1 Н·м. Равномерное распределение частиц при их подаче в экструзионное устройство и формирование расплава при переработке способствует образованию однородной структуры материала [2, с. 203].

Одной из проблем полиолефиновых отходов является их загрязненность, которую устраняют удалением с поверхности полимеров загрязнений (грязь, масло, жиры и др.), мешающих протеканию процесса перекристаллизации полимера в расплаве. Экспериментально установлена эффективность для очистки вторичных ПЭВД, ПЭНД и ПП моечного раствора на основе подогретой до 70 °С воды, так как при этом композиты характеризуются более высокими прочностными свойствами (на 20–30 %) по сравнению с образцом на основе исходного вторичного сырья.

Важным обстоятельством при получении длинномерных изделий является стабильность технологического процесса, исключающая пульсацию материала в экструзионном устройстве. Снижению этого процесса способствует агломерация полимерных отходов, что обеспечивает не только их уплотнение и более равномерную загрузку перерабатывающего оборудования, но и позволяет существенно повысить технологическую стабильность при многократной переработке материалов в изделие [3, с. 59].

В частности, это подтверждается показателями прочности при растяжении для образцов с измельченным ПЭВД_{вт} и агломерированным ПЭВД_{вт}, которые составили 15,8 и 18,9 МПа соответственно. Экспериментально определены рациональные показатели плотности агломератов: для отходов ПЭ-пленки – 0,90–0,97 г/см³, ПП – 0,91–0,97 г/см³, ПЭ-пленка+ПП – 0,89–0,92 г/см³.

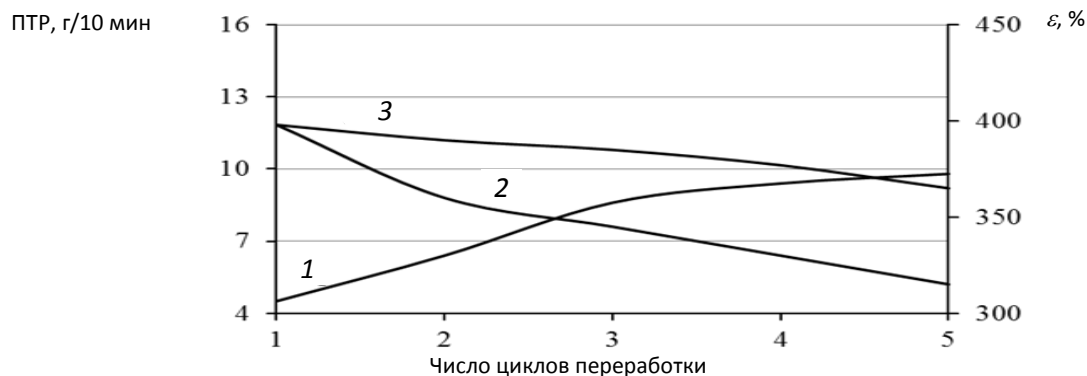
Целесообразность переработки полиолефиновых отходов определяется также способностью полимеров сохранять или изменять свойства после процесса переработки (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение свойств ПЭВД_{вт} после переработки

Показатели	Изменение свойств после 5-кратной переработки, %			
	ящики для овощей	упаковочные емкости (бутыли)	упаковочная пленка	ведра
Предел прочности, МПа	–5,3	–8,0	+4,9	+3,3
Модуль упругости, МПа	–2,5	–3,0	–	–
Относительное удлинение, %	–20,0	–35,7	–72,2	–26,9
ПТР, г/10 мин	–23,8	–60,5	–56,3	–37,9

Из таблицы 1 видно, что при многократной переработке полиолефиновых материалов на основе ПЭВД_{вт} снижение их прочностных свойств не превышает 8,0 %, а для отдельных видов отходов (упаковочная пленка, ведра) происходит повышение прочности при растяжении ПЭ на 5 %. Снижение относительного удлинения более чем на 70,0 % обусловлено структурированием полимера в процессе переработки. В процессе переработки материала он подвергается термовоздействиям, которые инициируют в нем протекание термодеструкционных процессов. В результате этого происходит структурирование полимера, что способствует снижению его упруго-деформационных свойств. Наряду с этим ухудшается и технологичность материала вследствие уменьшения его текучести.

Экспериментальные данные (рисунок 1) показали, что показатель текучести расплава (ПТР) существенно изменяется после нескольких циклов переработки. При этом относительное удлинение, напротив, уменьшается в обоих образцах, причем в большей степени в полимере, переработанном литьем под давлением. Полученные данные согласуются с работами [4, с. 287; 5, с. 142], где ухудшение технологических свойств материала определяется зависимостью вязкости полимера от его молекулярной массы вследствие интенсификации у полимера деструкционных процессов [6, с. 194].



1 – ПТР, 2 – ε (литье под давлением), 3 – ε (экструзия)
 Рисунок 1 – Зависимость ПТР и относительного удлинения (ε) от кратности переработки ПП

Таким образом, для подготовки вторичного полимерного сырья необходим комплексный подход, учитывающий состояние исходного полимерного сырья, реологическую составляющую материала и воспроизводимость его свойств. Во многом это зависит от фракционного состава полимерных отходов, их загрязненности и метода переработки в изделия. Так, смешение компонентов и их переработку предпочтительно осуществлять на двухшнековых экструдерах вследствие улучшения процесса совмещения компонентов материала и получения его более высокой однородности [2, с. 7]. При этом наличие окисленных активных групп в полимерных отходах является предпосылкой для получения композитов с улучшенными свойствами, в том числе в условиях физического модифицирования расплавов полиолефиновых отходов. В целом это указывает на возможность использования ресурса полиолефиновых отходов при создании композиционных материалов с заданными свойствами за счет активации композиционной системы модифицирующими добавками.

Список использованных источников

1. Козлов, Г.В. Структура и свойства дисперсно-наполненных полимерных нанокомпозитов / Г.В. Козлов // Успехи физических наук. – 2015. – Т. 185, № 1. – С. 35–64.
2. Ревяко, М.М. Теоретические основы переработки полимеров / М.М. Ревяко, Н.Р. Прокопчук. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2009. – 303 с.
3. Шаповалов, В.М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В.М. Шаповалов, З.Л. Тартаковский. – Гомель : ИММС НАНБ, 2003. – 262 с.
4. Vaidya, P. Economics and environmental impacts of plastic waste recycling: A case study of Mumbai / P. Vaidya, R. Kumar, D. Sharma // Journal of Solid Waste Technology and Management. – 2016. – Vol. 42, № 4. – P. 287–297. – DOI 10.5276/JSWTM.2016.287.
5. Кулезнев, В.Н. Смеси и сплавы полимеров / В.Н. Кулезнев. – СПб. : Научные основы и технологии, 2013. – 216 с.
6. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. – М. : КолосС, 2007. – 367 с.

УДК 621.793.1:620.197:546.26

А.С. Руденков

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ВАКУУМНЫМИ МЕТОДАМИ

Рассмотрено влияние природы прекурсора углерода, природы подслоев, методики формирования на морфологические особенности наноструктурированных углеродных покрытий. Показано, что наименьшей шероховатостью, наибольшей дисперсностью и наименьшим отклонением по размерам отдельных структурных образований характеризуются образцы углеродных покрытий на основе поликапролактана и формиата свинца, сформированные лазерным диспергированием исходной композиционной мишени.

Ключевые слова: морфология, углерод, лазерное диспергирование, шероховатость, электронно-лучевое диспергирование.

Введение. В настоящее время благодаря уникальному сочетанию физико-химических, механических, электрофизических, оптических свойств, хорошей биосовместимости и высокой коррозионной стойкости наноструктурированные углеродные покрытия, сформированные различными вакуумными методами, находят широкое применение в машиностроении, электронике и медицине [1]. Исходя из методов модифицирования поверхности и природы используемых прекурсоров, наноструктурированные углеродные покрытия можно условно разделить на следующие категории:

- покрытия, содержащие наночастицы металлов с различной каталитической активностью [2], [3];
- покрытия, содержащие различные углеродные наноструктуры (однослойные многослойные нанотрубки, фуллерены, нановолокна, графен) [4], [5];
- полифазные углеродные покрытия, содержащие наноразмерные кластеры графита либо алмазной фазы [6], [7].

При этом вышеуказанные категории покрытий могут быть сформированы на подложках, поверхность которых предварительно структурирована при помощи лазерного излучения [8] или плазмохимического травления [9].

Целью настоящей работы является определение влияния природы прекурсора углерода, химического состава осаждаемых слоев, а также режимов и условий формирования на морфологические особенности углеродных покрытий, сформированных вакуумными методами.

Методика эксперимента. Экспериментальные образцы наноструктурированных углеродных покрытий с на основе различных материалов (политетрафторэтилен и формиат свинца $Pb(HCOO)_2$; нанокристаллическая целлюлоза и формиат свинца; поликапролактан и формиат свинца; кукурузный крахмал и ацетат меди $(CH_3COO)_2Cu$) были сформированы на кремниевой подложке путем лазерного диспергирования соответствующей композиционной мишени. Помимо этого, методом электронно-лучевого диспергирования композиционных мишеней были сформированы подслои на основе этилцеллюлозы и серной кислоты, а также на основе поликарбоната и серной кислоты. В дальнейшем на образцы покрытий на основе политетрафторэтилена и формиата свинца, этилцеллюлозы и серной кислоты, поликарбоната и серной кислоты методом импульсного катодно-дугового распыления графита были нанесены углеродные слои. Последующее осаждение углеродных слоев осуществлялось при следующих параметрах работы импульсного катодно-дугового источника углеродной плазмы: частота следования импульсов 5 Гц, напряжение разряда 350 В. Детальное описание использованных в настоящей работе методик приведено в [10 – 13].

Морфологические особенности поверхности покрытий были изучены средствами атомно-силовой микроскопии (АСМ) при помощи микроскопа Solver Pro (NT-MDT, Россия) в полуконтактном режиме. Область сканирования – 4×4 мкм), а также средствами сканирующего электронного микроскопа GeminiSEM 360 (Carl Zeiss, Германия). В качестве основных параметров, характеризующих морфологические особенности были выбраны: параметр оценки рельефа поверхности, вычисляемый как корень квадратный из среднего квадрата расстояний вершин неровностей профиля до его средней линии – Rms; среднее арифметическое отклонение всех точек профиля шероховатости от средней линии на длине оценки – Ra; диаметр, средняя высота и количество отдельных структурных образований (далее – зерен).

Результаты и их обсуждение. Анализ данных статистической обработки результатов атомно-силовой микроскопии показывает, что наименьшей шероховатостью Rms равной 1,6 нм характеризуются образцы углеродных покрытий на основе поликапролактана и формиата свинца (рисунок 1). При этом данные образцы отличаются наибольшей дисперсностью и наименьшим отклонением по размерам отдельных структурных образований из всех образцов, рассматриваемых в настоящей работе (рисунок 1, таблица 1).

Таблица 1 – Морфологические особенности наноструктурированных углеродных покрытий, сформированных вакуумными методами

Покрытие	Средняя высота, нм	Ra, нм	Rms, нм	Плотность зерен, шт.	Средний диаметр зерен, нм
Политетрафторэтилен + $Pb(HCOO)_2/C$	92,2	15,4	20,8	101	178,0
Нанокристаллическая целлюлоза + $Pb(HCOO)_2$	68,9	12,5	18,3	123	144,0

Поликапролактан+ $\text{Pb}(\text{HCOO})_2$	3,4	1,2	1,6	243	80,0
Крахмал + $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$	92,0	11,5	20,7	80	113
H_2SO_4 + этилцеллюлоза /C	20,6	2,9	4,8	80	59
Поликарбонат + $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{C}$	110,0	19,2	24,0	38	304,0

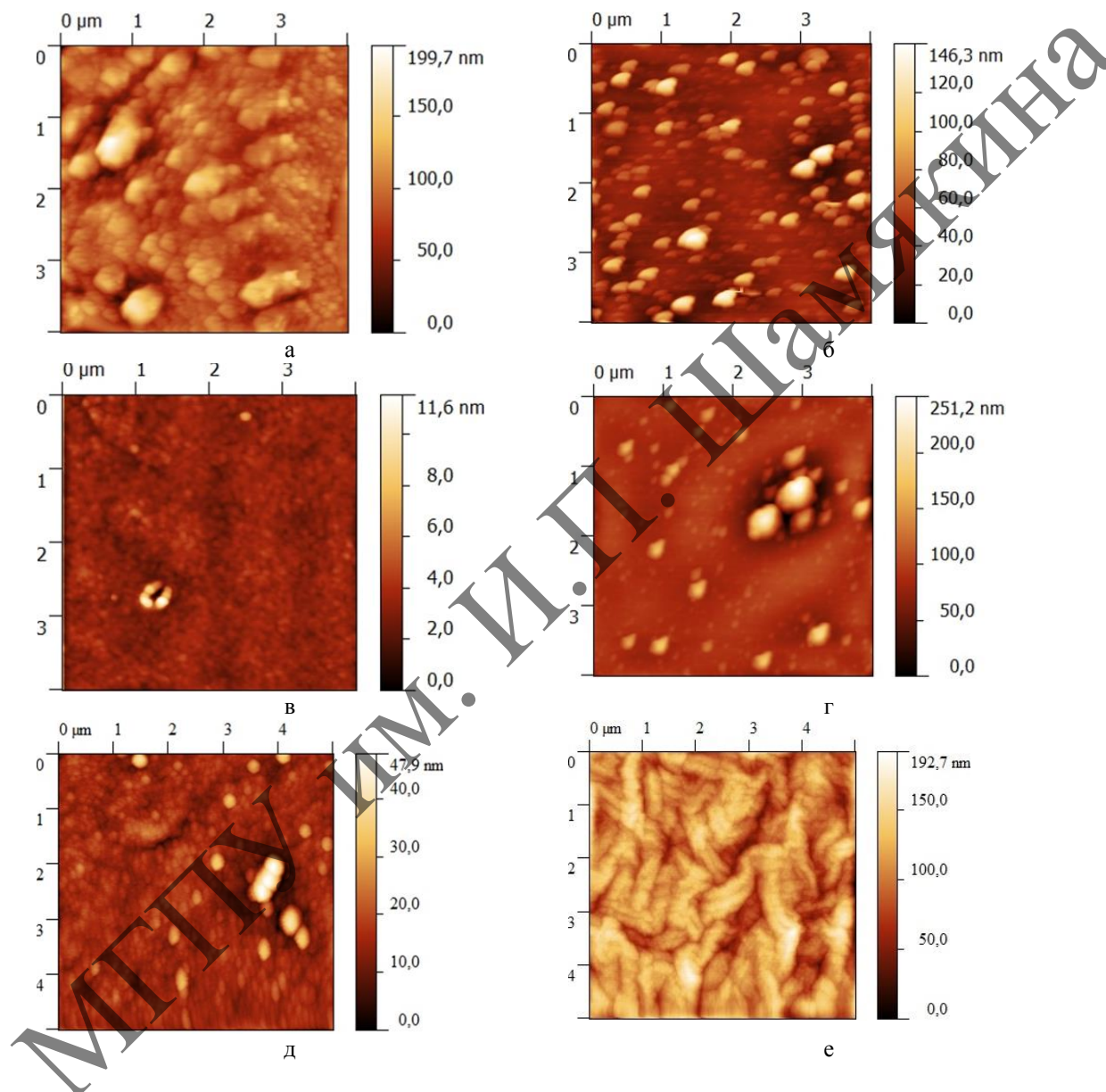


Рисунок 1 – Морфологические особенности наноструктурированных углеродных покрытий на основе:
а – политетрафторэтилена и формиата свинца; б – нанокристаллической целлюлозы и формиата свинца,
в – поликапролактана и формиата свинца; г – кукурузного крахмала и ацетата меди;
д – этилцеллюлозы и серной кислоты; е – поликарбоната и серной кислоты

Углеродные покрытия, сформированные на подслое на основе поликарбоната и серной кислоты, характеризуются наибольшей шероховатостью, наивысшими значениями средней высоты отдельных структурных образований, что, по всей видимости, связано с изменением структуры слоя поликарбоната

при взаимодействии с серной кислотой, определяющим характер роста и морфологические особенности углеродных слоев, осаждаемых на поверхности вышеуказанных систем.

Относительно небольшими значениями шероховатости и наименьшим диаметром отдельных структурных образований характеризуются углеродные слои, сформированные на подслое на основе серной кислоты и этилцеллюлозы. В [13] показано, что в связи с низкими значениями давления насыщенных паров в условиях технологического вакуума применение серной кислоты для карбонизации формируемых из газовой фазы покрытий достаточно эффективно. Морфологические особенности углеродных покрытий, сформированных путем диспергирования композиционных мишеней на основе формиатов или ацетатов металлов, определяются не только размерами кластеров на основе углерода, но и образующимися при нанесении оксидами металлов.

Заключение. Таким образом, комбинирование различных методов осаждения, выбор прекурсора углерода, допирование оксидами металлов и применение подслоев с развитым рельефом является эффективным набором инструментов формирования наноструктурированных углеродных слоев с заданной морфологией.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках НИР 2 «Разработка основ комбинированной технологии формирования планарно-структурированных углеродных покрытий из импульсной катодной углеродной плазмы и продуктов лазерного диспергирования полимерных материалов» задания 1.12 ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций».

Список использованных источников

1. Витязь, П.А. Наноматериаловедение: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям / П.А. Витязь, Н.А. Сви́дунович, Д.В. Куис. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 511 с.
2. Modulation of residual stress in diamond like carbon films with incorporation of nanocrystalline gold / R. Paul [et al.] // Applied Surface Science. – 2011. – Vol. 257. – P. 10451–10458.
3. Nanostructured coatings of metal containing diamond-like carbon films deposited by femtosecond pulsed laser ablation / N. Benchikh [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2006. – Vol. 200. – P. 6272–6278.
4. Effect of CNTs concentration on the microstructure and properties of B, Ni, CNTs co-doped diamond like carbon films / Y. Xu [et al.] // Diamond and Related Materials. – 2024. – Vol. 149. – Article 111526.
5. Diamond-like carbon graphene nanoplatelet nanocomposites for lubricated environments / R. Brittain [et al.] // Carbon. – 2023. – Vol. 205. – P. 485–498.
6. Improvement of mechanical and tribological performances of carbon nanostructure films by cryogenic treatment / X. Yang [et al.] // Tribology International. – 2021. – Vol. 156. – Article 106819.
7. Mousinho, A.P. Influence of substrate surface topography in the deposition of nanostructured diamond-like carbon films by high density plasma chemical vapor deposition / A.P. Mousinho, R.D. Mansano, M.C. Salvadori // Surface and Coatings Technology. – 2009. – Vol. 203. – P. 1193–1198.
8. Thermal stability of superhydrophobic, nanostructured surfaces / S.-Ch. Cha et al. // Journal of Colloid and Interface Science. – 2013. – Vol. 391. – P. 152–157.
9. Laser-assisted replication of large-area nanostructures / K. Nagato [et al.] // Journal of Materials Processing Technology. – 2014. – Vol. 214. – P. 2444–2449.
10. Морфология и фазовый состав наноструктурированных углеродных покрытий, сформированных на подслое, содержащем политетрафторэтилен и формиат свинца / А.С. Руденков // Проблемы физики, математики и техники. – 2021. – Т. 49, № 4. – С. 38–44.
11. Руденков, А.С. Морфология и структура нанокомпозиционных полимерных покрытий, содержащих формиат свинца / А.С. Руденков, М.А. Ярмоленко // Проблемы физики, математики и техники. – 2022. – Т. 53, № 4. – С. 46–52.
12. Влияние термообработки на морфологию и структуру нанокомпозиционных покрытий на основе крахмала и ацетата меди / А.С. Руденков, М.А. Ярмоленко, С.А. Фролов // Проблемы физики математики и техники. – 2023. – Т. 54, № 1. – С. 47–54.
13. Морфология и фазовый состав углеродных покрытий, сформированных на поверхности двухслойных систем на основе этилцеллюлозы и серной кислоты / А.С. Руденков, А.В. Рогачев, М.А. Ярмоленко, Д.Г. Пилипцов, Ю.В. Никитюк // Проблемы физики, математики и техники. – 2024. – № 4 (61). – С. 30–39.

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА БИНАРНОЛЕГИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Рассмотрено влияние методов формирования, соотношения концентраций и природы легирующих элементов на морфологические особенности, фазовый состав и механические свойства бинарнолегированных углеродных покрытий.

Ключевые слова: фазовый состав, нанотвердость, углерод, кремний, металл.

Введение. Современные достижения в сфере технологий синтеза наноразмерных слоев позволяют разработать широкий спектр приемов и методов формирования углеродных покрытий, удовлетворяющих потребности различных отраслей промышленности [1–3]. В общем случае углеродные покрытия являются аморфными [4]. Физико-химические и механические свойства углеродных покрытий обусловлены выбором методов и условий формирования и, как следствие, соотношением содержания sp^2/sp^3 -гибридизированных атомов углерода [1], [4], [5]. Основными недостатками износостойких углеродных покрытий являются высокий уровень внутренних напряжений и низкая термостойкость [1], [6]. Известно [7], что при температуре свыше 350°C происходит интенсивная графитизация данного типа покрытий, приводящая к резкому ухудшению их микротвердости и триботехнических свойств. Легирование углеродных покрытий металлами и неметаллами позволяет эффективно управлять их фазовым составом, а значит, и существенно изменять их свойства. В частности, легирование углеродных покрытий атомами кремния позволяет увеличить содержание sp^3 -гибридизированных атомов углерода [8], а легирование металлами в большинстве случаев приводит к увеличению содержания sp^2 -гибридизированных атомов углерода [9]. Помимо этого, легирование кремнием позволяет улучшить термостойкость углеродных покрытий до $500\text{--}600^\circ\text{C}$ [8].

Целью настоящей работы является определение структуры и механических свойств бинарнолегированных углеродных покрытий, сформированных путем ионно-лучевого распыления композиционной мишени либо осажденных из многокомпонентных плазменных потоков, генерируемых электродуговым испарением.

Методика эксперимента. Формирование углеродных покрытий, легированных кремнием и цирконием, осуществлялось путем одновременного испарения составного графитового катода с различным количеством кремниевых вставок (рисунок 1) при помощи импульсного катодно-дугового источника (3000 импульсов, частота следования импульсов 5 Гц и 15 Гц, напряжение разряда 350 В) и циркония при помощи стационарного электродугового источника (ток дуги 80 А).

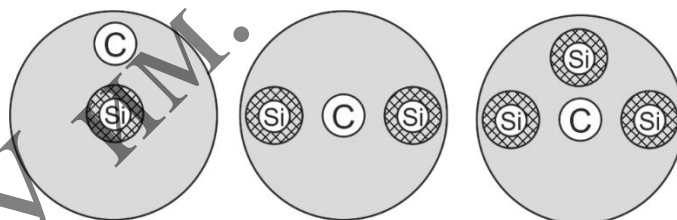


Рисунок 1 – Составной катод импульсного катодно-дугового источника

Формирование углеродных покрытий, легированных кремнием и хромом, осуществлялось путем ионно-лучевого распыления мишени на основе карбида кремния со вставками из хрома (рисунок 2). Параметры работы ионно-лучевого источника: напряжение разряда – 4,5 кВ, ток разряда 150 мА, остаточное давление в вакуумной камере – 2×10^{-2} Па.

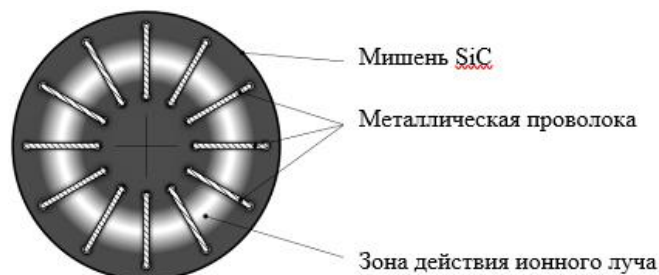


Рисунок 2 – Составная мишень на основе карбида кремния и хрома

Анализ элементного состава покрытий осуществлялся при помощи сканирующего электронного микроскопа Stereoscan-360 (Cambridge Instruments, Англия).

Фазовый состав композиционных покрытий, легированных кремнием и металлом, определялся методом спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) при помощи спектрометра Senterra (Bruker, Германия) с длиной волны возбуждающего излучения 532 нм, мощностью 5 мВт.

Морфологические особенности бинарнолегированных углеродных покрытий были изучены при помощи атомно-силовой микроскопии (АСМ) средствами микроскопа Solver Pro (NT-MDT, Россия) в полуконтактном режиме.

Нанотвердость H , модуль упругости E определялись при помощи нанотвердомера «НаноСкан 4D» (ФГБНУ «ТИСНУМ», Россия).

Результаты и их обсуждение. Установлено, что бинарнолегированные углеродные покрытия, сформированные путем ионно-лучевого распыления композиционной мишени на основе карбида кремния, характеризуются наибольшим содержанием кремния среди рассматриваемых в настоящей работе экспериментальных образцов (таблица 1).

Таблица 1 – Элементный состав бинарнолегированных углеродных покрытий

Покрытие	Концентрация элементов в покрытии, ат. %			
	C	Si	Zr/Cr	O
C+Si+Zr	47,4	1,4	27,0	24,2
	89,3	2,0	4,8	3,9
C+Si+Cr	41,3	40,8	4,1	13,8

Концентрация кремния и металла при формировании бинарнолегированных углеродных покрытий путем импульсного катодно-дугового испарения составного катода зависит от частоты следования импульсов, что обусловлено изменением плотности потоков углеродной и металлической плазмы.

Средствами атомно-силовой микроскопии показано, что бинарнолегированные покрытия характеризуются сверхнизкими значениями R_{ms} (таблица 2).

Таблица 2 – Морфологические особенности бинарнолегированных углеродных покрытий

Образец	Средняя высота, нм	R_{ms} , нм	Плотность зерен, шт.	Средний диаметр зерен, нм
$C_{47,4\%} + Zr_{27,0\%} + Si_{1,4\%}$	2,3	0,6	35	43
$C_{89,3\%} + Zr_{4,8\%} + Si_{2,0\%}$	4,7	0,7	45	38
$C_{41,3\%} + Cr_{4,1\%} + Si_{40,8\%}$	2,4	0,4	264	40

При этом покрытия, сформированные путем ионно-лучевого распыления, обладают меньшей шероховатостью и более высокодисперсной структурой по сравнению с покрытиями, полученными при электродуговом испарении, что обусловлено наличием капельной фазы в плазменных потоках, генерируемых электродуговым источником.

Анализ спектров комбинационного рассеяния углеродных покрытий проводился путем разложения углеродного пика, расположенного в интервале от 1000 см^{-1} и 1800 см^{-1} , на две гауссианы: D-пик вблизи $1350\text{--}1400\text{ см}^{-1}$, характеризующий матрицу на основе sp^2 -гибридизированных атомов, содержащую sp^3 -гибридизированные атомы, и G-пик вблизи $1560\text{--}1580\text{ см}^{-1}$, соответствующий sp^2 -гибридизированным атомам углерода [10], [11]. С увеличением общей концентрации легирующих элементов соотношение интенсивностей D- и G-пиков I_D/I_G возрастает (таблица 3), что обусловлено различными причинами.

Таблица 3 – Статистическая обработка КР спектров бинарнолегированных углеродных покрытий

Образец	D-пик		G-пик		I_D/I_G
	Положение, см ⁻¹	Ширина, см ⁻¹	Положение, см ⁻¹	Ширина, см ⁻¹	
C _{47,4%} +Zr _{27,0%} +Si _{1,4%}	1391,9	265,4	1534,6	146,3	0,91
C _{89,3%} +Zr _{4,8%} +Si _{2,0%}	1361,7	220,2	1524,0	210,8	0,52
C _{41,3%} +Cr _{4,1%} +Si _{40,8%}	1438,4	166,7	1534,3	94,2	1,89

В случае формирования покрытий при помощи электродугового метода основной вклад в увеличение соотношения I_D/I_G вносит увеличение концентрации металла (циркония), что коррелирует с результатами [2], [9], свидетельствующими об увеличении содержания sp^2 -гибридизированных атомов углерода вследствие легирования покрытий металлами. Согласно [8], [12] увеличение концентрации кремния в покрытии способствует увеличению содержания sp^3 -гибридизированных атомов углерода. В связи с этим высокие значения соотношения I_D/I_G в случае формирования покрытий путем ионно-лучевого распыления композиционной мишени на основе карбида кремния может быть обусловлено малыми размерами кластеров графита [11], неоптимальной для образования sp^3 -связей энергией осаждаемых атомов углерода [13], а также высоким содержанием карбида кремния, о чем свидетельствует смещение D-пика в область более высоких волновых чисел [12].

Вышеуказанные особенности фазового состава являются причиной различия механических свойств бинарнолегированных углеродных покрытий (таблица 4).

Таблица 4 – Механические бинарнолегированные углеродные покрытия

Образец	H, ГПа	E, ГПа	H/E	H ³ /E ²
C _{47,4%} +Zr _{27,0%} +Si _{1,4%}	12,5	142,8	0,088	0,096
C _{89,3%} +Zr _{4,8%} +Si _{2,0%}	14,2	157,0	0,090	0,116
C _{41,3%} +Cr _{4,1%} +Si _{40,8%}	14,5	169,3	0,086	0,106

При близких концентрациях углерода покрытия с высоким содержанием кремния, но малым содержанием металла характеризуются более высокими значениями нанотвердости и модуля Юнга (рисунок 3), а значит, и меньшей пластичностью, большим сопротивлением пластической деформации H^3/E^2 , чем покрытия с большей концентрацией металла, что обусловлено наличием карбида кремния в случае формирования покрытий путем ионно-лучевого распыления карбида кремния.

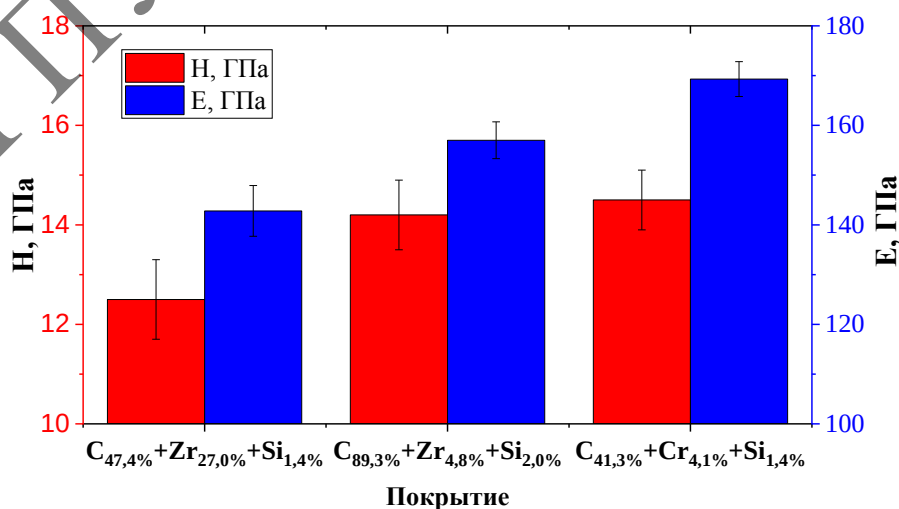


Рисунок 3 – Механические бинарнолегированные углеродные покрытия

При этом покрытия, сформированные путем электродугового испарения, и покрытия, полученные при помощи ионно-лучевого распыления карбида кремния, с равными значениями концентрации легирующего металла, но различным содержанием кремния, характеризуются примерно равными значениям нанотвердости и модуля Юнга, что обусловлено более высоким содержанием sp^3 -гибридизированных атомов углерода в случае электродугового испарения.

Закключение. Бикомпонентное легирование углеродных покрытий кремнием и металлами позволяет эффективно управлять соотношением sp^3 - и sp^2 -гибридизированных атомов углерода, а значит, и механическими свойствами углеродных покрытий. Увеличением концентрации металла способствует увеличению пластичности покрытий, но сопровождается снижением значений нанотвердости и модуля Юнга. Увеличение концентрации кремния, напротив, приводит к повышению нанотвердости и сопротивления пластической деформации, что обусловлено наличием карбида кремния в случае формирования покрытий путем ионно-лучевого распыления карбида кремния и высоким содержанием sp^3 -гибридизированных атомов углерода в случае формирования углеродных покрытий из плазменных потоков, генерируемых электродуговым испарением.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках НИР «Разработка реакционных ионно-плазменных методов формирования и параметризация покрытий на основе силицированного углерода и карбидообразующих металлов с высокими механическими свойствами и повышенной термостойкостью», комплексное задание 3.1.02 «Разработка устройств и процессов комбинированного электронно-ионного нанесения слоев и модифицирования поверхности для формирования функциональных покрытий» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии».

Список использованных источников

1. Композиционные углеродные покрытия, осажденные из импульсной катодной плазмы / Д.Г. Пилипцов [и др.] ; под ред. А.В. Рогачева. – М. : Радиотехника, 2020. – 283 с.
2. Mechanical and tribological properties of Si and W doped diamond like carbon (DLC) under dry reciprocating sliding conditions / M. Bai [et al.] // Wear. – 2021. – Vol. 484–485. – Article 204046.
3. Mechanical properties, chemical analysis and evaluation of antimicrobial response of Si-DLC coatings fabricated on AISI 316 LVM substrate by a multi-target DC-RF magnetron sputtering method for potential biomedical applications / D. Bociaga [et al.] // Applied Surface Science. – 2017. – Vol. 417. – P. 23–33.
4. Robertson, J. Electronic and atomic structure of amorphous carbon / J. Robertson, E.P. O'Reilly // Physical Review B. – 1987. – Vol. 35. – P. 2946–2957.
5. Рогачев, А.В. Триботехнические свойства композиционных покрытий, осаждаемых вакуумно-плазменными методами / А.В. Рогачев // Трение и износ. – 2008. – Т. 29, № 3. – С. 285–592.
6. 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.
7. The effect of vacuum annealing on the structure and properties of the electrically conductive a-CN coating / A. Poplasky [et al.] // Vacuum. – 2021. – Vol. 184. – Article 109919.
8. In-situ thermal stability analysis of amorphous Si-doped carbon films / M. Rouhani [et al.] // Carbon. – 2021. – Vol. 184. – P. 772–785.
9. 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.
10. Ferrari, A.C. Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon / A.C. Ferrari, J. Robertson // Physical Review B. – 2000. – Vol. 61. – P. 4095–4107.
11. Tuinstra, F. Raman spectrum of graphite / F. Tuinstra, J.L. Koenig // Journal of Chemical Physics. – 1970. – Vol. 53. – P. 1126–1130.
12. Bonding structure and haemocompatibility of silicon-incorporated amorphous carbon / S. Zhang [et al.] // Thin Solid Films. – 2006. – Vol. 515. – P. 66–72.
13. Tamor, M.A. Atomic constraint in hydrogenated «diamond-like» carbon / M.A. Tamor, W.C. Vassell, K.R. Karduner // Applied Physics Letters. – 1991. – Vol. 58. – P. 592–594.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ПОТОКОВ УГЛЕРОДНОЙ ПЛАЗМЫ: ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ

Углеродные покрытия, формируемые импульсным испарением графитового катода, характеризуются высокими физико-химическими свойствами, однако наличие макрочастиц графита в плазменном потоке ухудшает их качество. Рассмотрены методы сепарации и проведен анализ основных конструкций сепараторов плазменного потока, на основании которого предложена конструкция сепаратора для удаления макрочастиц из импульсных потоков углеродной плазмы.

Ключевые слова: углеродные покрытия, сепаратор, макрочастицы, углеродная плазма, ионы.

Введение. Активное исследование структуры и свойств, а также разработка методов осаждения углеродных покрытий началось в начале 1970-х годов [1], а широкомасштабно применяться в промышленности такие покрытия стали только в конце 1980-х годов [2]. Впервые аморфные углеродные покрытия были упомянуты Симпсоном, Торном и Уинслоу [3] в 1949 году. Следующим, кто описал аморфный углерод, был Шмелленмайер в 1953 году, который получил углеродные слои с высокой стойкостью к царапинам [4]. Анализ показал: в их составе могут присутствовать и кристаллические области с алмазоподобной структурой [5]. Следующая значимая публикация [6], посвященная аморфному углероду, появилась в 1971 году. Айзенберг и Шабот получили углеродные покрытия из ионов углерода с использованием двух графитовых электродов и первыми использовали термин «алмазоподобный углерод».

В последующие годы интерес к аморфным углеродным покрытиям увеличивался, были разработаны методы формирования как водородсодержащих углеродных покрытий, так и безводородные (a-C) покрытия. Углеродные покрытия (a-C и a-C:H) осаждают на поверхностях различной природы с использованием методов химического осаждения (CVD) и физического распыления (PVD).

Одним из разновидностей методов PVD является катодно-дуговое испарение. Существенным недостатком данного метода является образование при испарении катода макрочастиц (МЧ), которые переносятся ионным потоком и закрепляются на подложке, что существенно снижает однородность покрытия и ухудшает его свойства. Термин «макрочастицы» следует использовать для всех частиц, размер которых намного больше, чем ионы, атомы и кластеры [7]. С учетом перспективы применения данных покрытий в оптике, микроэлектронике, а также расширение круга задач, в которых необходимо осажждать углеродные покрытия очень малых толщин (не более 20 нм), актуальной задачей является разработка методов снижения макрокапельной компоненты в потоке углеродной плазмы и повышении энергетической однородности ионного потока.

Цель работы – анализ методов и устройств, предназначенных для сепарации плазменных потоков углеродной плазмы, а также на основании выполненного обзора предложить оптимальную конструкцию сепарирующего устройства.

Впервые применение магнитного фильтра для сепарации потока плазмы вакуумно-дугового разряда предложено в Харьковском физико-техническом институте (ХФТИ) в 1976 году И.И. Аксеновым и его коллегами, а в 1978 году ими опубликовано устройство фильтра [8]. Разработанный фильтр выполнен в виде изогнутого плазмоведа, проходящего внутри катушек, формирующих поле [9]. Расположенные внутри камеры фильтры можно разделить на два типа: открытого и закрытого типа. С учетом того, что макрочастицы углерода не являются мягкими и упругими, и, как правило, испытывают упругое отражение от внутрикамерной арматуры, то для углеродной плазмы более перспективными являются фильтры с открытой геометрией (свободновисящие), в которых частицы покидают область транспортировки плазменного потока. Как правило, свободновисящие фильтры представляют собой соленоид, выполненный как часть тора, и частицы могут покидать область транспортировки между витками соленоида [10].

Основные требования, которые предъявляются к сепараторам:

1. Эффективность работы, т. е. отношение ионов к макрочастицам.
2. Пропускная способность: доля ионного тока после фильтрации.
3. Однородность потока.
4. Экономическая эффективность, поскольку существенно снижает скорость осаждения и увеличивает расход катода.

Конструкции сепараторов возможно классифицировать по траектории движения потока углеродной плазмы относительно нормали распространения потока, а также наличием экранирующих устройств (экранов на оси потока, жалюзи) [11].

Одним из самых простых сепараторов, позволяющих осуществить сепарацию потока, является прямолинейный фильтр с экраном, так называемый («псевдофильтр»), конструкция которого приведена

на рисунке 1. Эффективность данного сепаратора достаточно низкая, но наличие экрана позволяет значительно уменьшить количество макрочастиц, достигающих подложки. Это связано с тем, что подложка достигает только незначительное количество макрочастиц, которое эмитировано с поверхности катода под небольшим углом, а остальная часть за счет отражения от внутренней поверхности корпуса фильтра рассеивается и не достигает подложки.

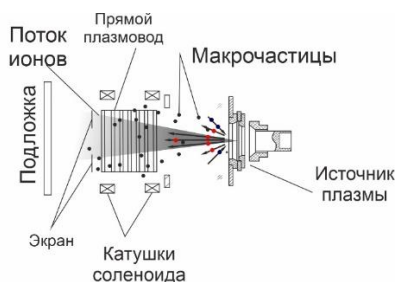


Рисунок 1 – Схема источника углеродной плазмы с линейным сепаратором и экраном

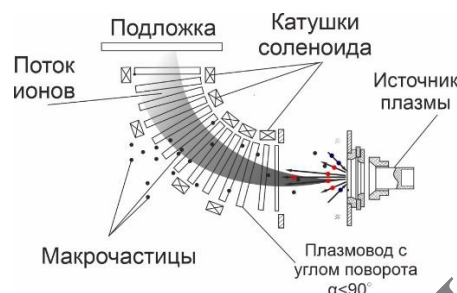


Рисунок 2 – Схема осаждения покрытий из сепарированного потока углеродной плазмы

На рисунке 2 изображена схема генератора углеродной плазмы с криволинейным сепаратором. Разделение потока возможно за счет упругого отражения макрочастиц при ударе от поверхности витка соленоида, выход макрочастицы из потока через зазор между витками катушки, при этом ионная компонента фокусируется магнитным полем и транспортируется вдоль оси соленоида. Электромагнитные фильтры данной конструкции (рисунок 2) широко используются для удаления частиц, но для получения максимальной пропускной способности ионной компоненты потока необходимо согласовать его конструкцию с условиями и режимами работы испарителя, при этом эффективность и пропускная способность определяется не только углом изгиба, который может изменяться от 30 до 120 градусов, но и количеством поворотов, позволяющих изогнуть фильтр в двух плоскостях, что существенно снижает его пропускную способность, но позволяет удалять практически все частицы [12].

Проведенный анализ методов и устройств для сепарации импульсных плазменных потоков позволил предложить конструкцию фильтра, отличающегося простотой конструкции, включения в работу испарителя и показывающих высокую эффективность.

Отличительной особенностью данного фильтра, выполненного в виде четверти тора с углом поворота плазменного потока на 90 градусов (рисунок 3), является его включение в электрическую схему блока питания импульсного генератора углеродной плазмы, при этом возникающее в соленоиде транспортирующее поле является импульсным и возникает в момент импульсного разряда. Геометрически фильтр выполнен в виде части тора с внутренним диаметром 95 мм и длиной 380 мм. Поскольку транспортировка углеродной плазмы с поверхности катода до подложки осуществлялась в криволинейном магнитном поле тороидального соленоида, обладающего индуктивностью, то происходило изменение параметров разрядного контура, формирования L-C контура, что приводит к увеличению длительности импульса и, как следствие этого, уменьшению плотности электронного потока на поверхности графитового катода. Влияние геометрических параметров фильтра на изменение энергетических и пространственных параметров импульсного катодно-дугового разряда будет подробно описано в следующих работах. Регулируя геометрические размеры сепаратора, возможно изменять его индуктивность и, соответственно, регулировать создаваемое им магнитное поле [13].

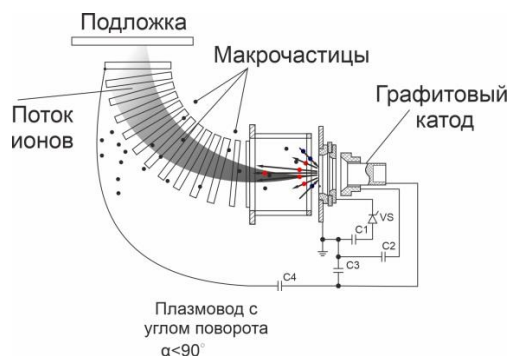


Рисунок 3 – Импульсный источник углеродной плазмы со свободновисящим сепаратором с углом поворота потока на 90 градусов

Заключение. В работе проведен анализ особенностей структуры а-С покрытий. Показаны особенности формирования плазменного потока с использованием испарителей, работающих как в импульсном режиме, так и в постоянном. Приведены конструкции наиболее используемых сепараторов

потока углеродной плазмы, указаны их достоинства и недостатки. На основании проведённого обзора предложена конструкция фильтра, применяемого для сепарации импульсного потока углеродной плазмы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (НИР № 20212075).

Список использованных источников

1. Vetter J. 60 years of DLC coatings: Historical highlights and technical review of cathodic arc processes to synthesize various DLC types, and their evolution for industrial applications / J. Vetter // Surf. Coat. Technol. – 2014. – Vol. 257. – P. 213–240.
2. Erdemir, Eryilmaz O. Achieving superlubricity in DLC films by controlling bulk, surface, and tribochemistry / Erdemir, O. Eryilmaz // Friction 2(2). – 2014. – P. 140–155.
3. Simpson, O.C. The vapor pressure and heat of sublimation of graphite / O.C. Simpson, R.J. Thorn, G.H. Winslow. – Michigan ; Argonne National Laboratory, Chemistry Division, 1949. – 172 p.
4. Schmellenmeier, H. Die Beeinflussung von festen Oberflächen durch eine ionisierte / H. Schmellenmeier // Exp. Tech. Phys. – 1953. Vol. 1. – P. 49–68.
5. Schmellenmeier, H. Kohlenstoffschichten mit Diamantstruktur / H. Schmellenmeier // Z. Phys. Chem. – 1956. – Vol. 205. – P. 349–360.
6. Bradley, D.E. Evaporated carbon films for use in electron microscopy / D.E. Bradley // Brit. J. Appl. Phys. – 1954. – Vol. 5. – P. 65–66.
7. Anders, A. Approaches to rid cathodic arc plasma of macro- and nanoparticles: A review / A. Anders // Surf. Coat. Technol. – 1999. – Vol. 120–121. – P. 319–330.
8. Аксенов, И.И. Установка для нанесения покрытий в вакууме / И.И. Аксенов, В.А. Белоус, В.Г. Падалка. А.с. СССР № 605425, 1978 г.
9. Высокоэффективный источник чистой углеродной плазмы / И.И. Аксенов [и др.] // ЖТФ. – 1980. – Т. 50, № 9. – С. 2000–2003.
10. Storer J. Transport of vacuum arc plasma through straight and curved magnetic ducts / J. Storer, J.E. Galvin, I.G. Brown // J. Appl. Phys. – 1989. – Vol. 66. – P. 5245–5250.
11. Anders, A. From fractal spots to energetic condensation / A. Anders. – New York ; Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics, 2008. – 544 p.
12. Anders, A. Twist filter for the removal of macroparticles from cathodic arc plasmas / A. Anders, R.A. MacGill // Surf. Coat. Technol. – 2000. – Vol. 133–134. – P. 96–100.
13. Anders, A. Approaches to rid cathodic arc plasma of macro- and nanoparticles: a review / A. Anders // Surf. Coat. Technol. – 1999. – Vol. 120–121. – P. 319–330.

УДК 004.415.25

М.Д. Тарасевич

Брестский государственный технический университет

НОВЫЙ МЕТОД ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ ТЕЛЕЖКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОВАРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХАХ

В современной робототехнике одной из актуальных задач является задача разработки способов и устройств автономной «интеллектуальной» навигации роботов. В работе приводится новое техническое решение, которое предназначено для решения одного из частных случаев этой общей задачи – случая перемещения мобильного робота в помещениях при наличии динамически перемещающихся других объектов (людей, механизмов). Такая задача возникает в производственных цехах, складах и т. д., где мобильные роботы заняты перевозкой грузов.

Ключевые слова: беспилотная тележка, мобильный робот, система управления, автоматизация, роботизация, метод ориентации в пространстве.

Введение. Одной из наиболее интересных, перспективных и массовых технологий является идея создания беспилотного транспорта [1–12]. При этом развитие беспилотного автомобилестроения открывает новые возможности во многих других сопряженных областях. Таких, как разработка беспилотных грузовых тележек.

Беспилотные тележки представляют собой автономные транспортные средства, которые не требуют вмешательства человека в процессе их работы и могут работать в любых условиях, где необходимо перемещение материалов или товаров [13–18].

В современной робототехнике одной из актуальных задач является задача разработки способов и устройств автономной «интеллектуальной» навигации роботов. При автономном передвижении робот

должен уметь определять свое местоположение на карте местности с заданной точностью и осуществлять управление своим движением без участия человека. Поэтому актуальной является разработка специализированных «умных» устройств и программных средств, осуществляющих навигацию мобильных роботов [15; 16].

Чтобы осуществлять такую навигацию роботу, необходимо иметь указание цели движения, некий алгоритм осуществления движений, карту местности, очерчивающую возможные пути передвижения, а также устройство, способное определять ориентацию робота и его текущее местоположение на карте. В общем случае такая задача сегодня полностью не решена, и единого, универсального способа и устройства для ориентации и навигации мобильного автономного робота в любом возможном пространстве перемещений пока не создано [15].

Данное техническое решение предназначено для решения одного из частных случаев этой общей задачи – случая перемещения мобильного робота в помещениях при наличии динамически перемещающихся других объектов (людей, механизмов). Такая задача возникает в производственных цехах, складах и т. д., где мобильные роботы заняты перевозкой грузов.

Поставленная задача решается следующим образом (рисунок 1). В устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота 1 при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении, содержащее тележку мобильного робота 2 с независимо-управляемыми колесами-электромоторами 3–4 включены датчики меток 10–12, ультразвуковой датчик расстояния 9 и компьютер вычислений и управления движением тележки 7, выходы которого подключены к колесам-электромоторам 3–4, а его входы соединены с выходами датчиков меток 10–12 и ультразвукового датчика расстояния 9, а также блок ввода в компьютер координат начальной и конечной точек маршрута 8.

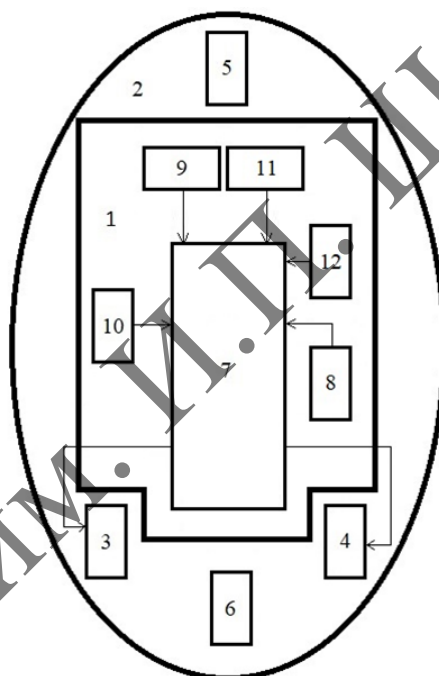


Рисунок 1 – Предполагаемое устройство тележки мобильного робота: 1 – предлагаемое устройство; 2 – тележка мобильного робота; 3 – левое колесо-электромотор; 4 – правое колесо-электромотор; 5 – левое поддерживающее колесо; 6 – правое поддерживающее колесо; 7 – компьютер; 8 – блок ввода информации; 9 – ультразвуковой датчик; 10–12 – датчики меток

Также для решения поставленной задачи на горизонтальную поверхность, по которой движется мобильный робот, нанесены метки в определенных местах для реализации алгоритма движения. Метки могут быть двух типов:

- магнитные (наклеивается на пол алюминиевая фольга). Считывание выполняется индукционным датчиком;
- цветные (темные либо светлые, наносятся на пол). Считывание выполняется ИК-датчиком, который работает по принципу отражения инфракрасного луча от поверхности пола.

Производственный цех представляет собой помещение, разделенное на кластеры (рисунок 2). В каждом кластере (зоне) расположено однотипное оборудование 14. В памяти компьютера оборудование пронумеровано (01-014). Въезд в кластеры ориентирован по вертикали. Как видно на рисунке 2, оборудование может быть разного размера, однако оно входит в границы кластера. Следует отметить, что не во всех кластерах может находиться оборудование. Карта производственного цеха содержится в блоке

памяти компьютера. Позиции п1–п20 являются точками поворота, в которых робот осуществляет повороты, наезжая на поворотные метки 13, расположенные в данных точках.

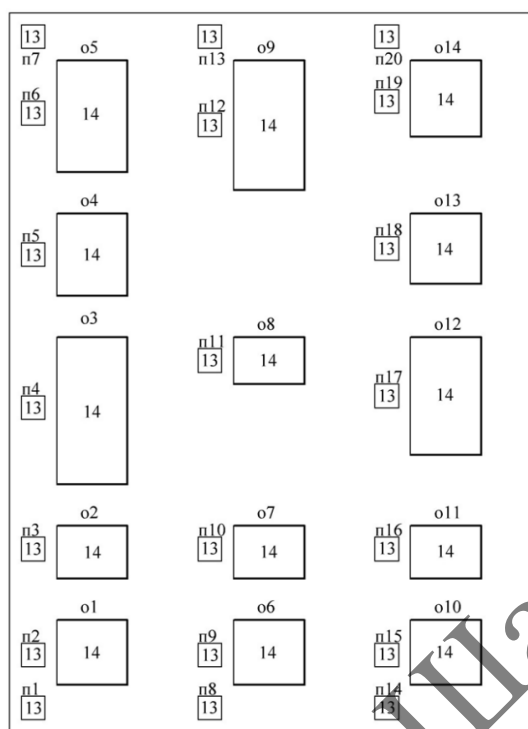


Рисунок 2 – Карта производственного цеха: 13 – поворотные метки; 14 – оборудование; п1–п20 – точки поворота; о1–о14 – нумерация оборудования

Рассмотрим алгоритм движения тележки. Работа организуется следующим образом: тележка подъезжает к кластеру, рабочий кладет на ее поверхность заготовки, тележка везет их в другой кластер, рабочий забирает заготовки, и кладет другие, и так по кругу в соответствии с заданным алгоритмом, что представляет собой полностью автоматизированный производственный цех. Это может широко использоваться при массовом конвейерном производстве, допустим при производстве продуктов питания, одежды, деталей и т. п.

Робот осуществляет повороты, наезжая на поворотные метки, расположенные в точках поворота. Все повороты, как левые, так и правые, осуществляются только на 90 градусов. Тележка подъезжает к оборудованию строго слева, что обозначено тонкой линией на рисунке, и затем, когда рабочий заберет необходимые заготовки и положит на поверхность тележки другие, едет к следующему станку.

Допустим, в соответствии с заданным алгоритмом роботу необходимо отвезти заготовки от станка о1 до станка о8, затем отвезти другие заготовки до станка о11 и вернуться к станку о1. В таком случае робот пройдет по маршруту п2–п6–п7–п13–п11–п8–п14–п16–п20–п7–п2. Как можно заметить, робот строит маршрут без разворотов и циркулирует между кластерами с оборудованием в соответствии с заданным алгоритмом.

На рисунке 3 показано расположение датчиков относительно метки. В исходном положении, когда расстояние между крайними датчиками меток равно квадратной стороне метки (рисунок 3, а), на компьютер со всех датчиков будут поступать сигналы в виде логических единиц (1, 1, 1).

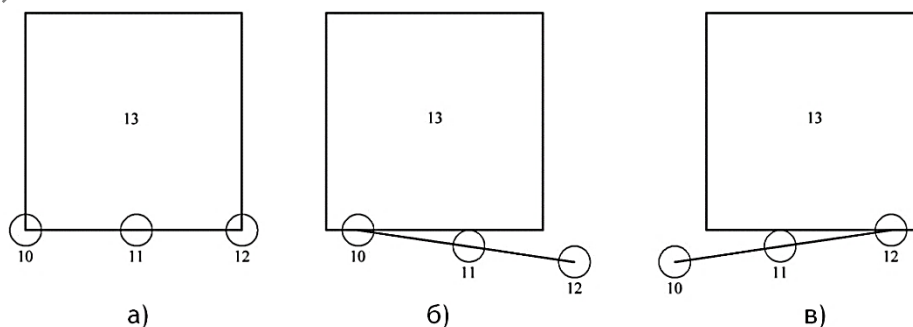


Рисунок 3 – Расположение датчиков относительно метки: а – работа в исходном положении; б – смещение вправо; в – смещение влево; 10–12 – датчики меток; 13 – поворотные метки

Если левое колесо будет работать быстрее (рисунок 3, б), то произойдет смещение эллиптической платформы тележки вправо относительно метки, на компьютер с датчика 11 будет поступать логическая единица, с датчиков 12 и 13 – логический ноль (1, 0, 0). В таком случае робот будет смещаться влево до тех пор, пока на компьютер не поступят сигналы в виде 1, 1, 0.

Если правое колесо будет работать быстрее (рисунок 3, в), то произойдет смещение эллиптической платформы тележки влево относительно метки, на компьютер с датчиков 11 и 12 будет поступать логический ноль, с датчика 13 – логическая единица (0, 0, 1). В таком случае робот будет смещаться вправо до тех пор, пока на компьютер не поступят сигналы в виде 0, 1, 1.

При появлении перед роботом неожиданного препятствия, не предусмотренного в карте помещения (хранится в памяти компьютера), от ультразвукового датчика поступает сигнал на компьютер, робот останавливается и продолжает движение только после исчезновения препятствия.

Таким образом, предложенное техническое решение функционально позволяет с заданной точностью, достаточной для практического применения, определять координаты тележки робота на карте местности и ее угловое положение при перемещении тележки робота по горизонтальной поверхности в заданном производственном или складском помещении, на полу которого нанесены метки.

Список использованных источников

1. Шуть, В.Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В.Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : Изд-во УО «БрГТУ», 2017. – 230 с.
2. Пегин, П.А. Современные тенденции развития бортовых интеллектуальных транспортных систем / П.А. Пегин, Д.В. Капский, В.В. Касьяник, В.Н. Шуть. – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – 198 с.
3. Шуть, В.Н. Кассетно-конвейерная технология скоростных систем городских перевозок / В.Н. Шуть, Е.В. Швецова ; БрГТУ, 2023. – 207 с.
4. Шуть, В.Н. Городской автоматический транспорт / В.Н. Шуть // Транспорт Урала. – 2022. – № 1(72). – С. 3–7.
5. Shviatsova, A. The Intellectual Transport with Divisible Parts / A. Shviatsova, V. Shuts // Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. – Cham : Springer, 2022. – Vol. 416. – P. 265–274.
6. Ракицкий, А.В. Робототехническая транспортная система / А.В. Ракицкий, В.Н. Шуть // Информационные технологии и системы 2013 (ИТС 2013) : материалы междунар. науч. конф. – Минск : БГУИР, 2013. – С. 82–83.
7. Шуть, В.Н. Информационная транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров / В.Н. Шуть, Л. Персия, Г. Джустиани // Искусственный интеллект. – 2015. – № 1–2. – С. 213–221.
8. Пролиско, Е.Е. Высокопроизводительный транспорт городской перевозки пассажиров на базе мобильных роботов / Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть // Електроніка та інформаційні технології : зб. наук. прац. – 2017. – Вип. 7. – С. 105–116.
9. Шуть, В.Н. Альтернативный метро транспорт на базе мобильных роботов / В.Н. Шуть, Е.Е. Пролиско // Штучний інтелект. – 2016. – № 2 (72). – С. 170–175.
10. Шуть, В.Н. Интеллектуальная система городского общественного транспорта / В.Н. Шуть, В.В. Касьяник // Искусственный интеллект. – 2018. – № 3. – С. 141–149.
11. Шуть, В.Н. Интеллектуальная кассетная, робототехническая транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров на базе мобильных роботов / В.Н. Шуть // Каталог перспективных разработок и инновационных предложений. – Брест, 2019. – С. 21–23.
12. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – Vol. 12, No 4. – P. 52–60.
13. Ляшук, Н.У. Транспортировка продукции на технологических линиях мясожировых производств / Н.У. Ляшук, В.Н. Шуть, Е.В. Василюк, И.С. Николайчик, В.Р. Лазарук // Мясная индустрия. – 2021. – № 11. – С. 8–12.
14. Ляшук, Н.У. Применение беспилотных транспортных тележек в технологических линиях мясожировых производств / Н.У. Ляшук, В.Н. Шуть, Е.В. Василюк, А.О. Заречный, А.Л. Михняев, Д.В. Крупко // Мясные технологии. – 2022. – № 10. – С. 42–46.
15. Патент BY13516 BY, МПК G01C21/04. Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении / В.Н. Шуть, Е.В. Василюк, И.С. Туз, М.Д. Тарасевич, Е.В. Швецова. – Оpubл. 2023.
16. Патент BY12995 BY. Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении / В.Н. Шуть, Н.У. Ляшук, И.В. Колядич, Е.В. Василюк, Я.О. Заречный, А.О. Заречный, Н.С. Монтик, А.В. Бойко. – Оpubл. 2023.
17. Шуть, В.Н. Интеллектуальная грузовая беспилотная тележка / В.Н. Шуть, Е.В. Василюк // Проблемы безопасности на транспорте : материалы 12-й международной конференции, посвященной 160-летию белорусской железной дороги, Гомель, 24–25 ноября 2022 г. : в 2 ч. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю.И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – Ч. 2. – С. 89–90.
18. Швецова, Е.В. Безопасность беспилотных транспортных систем / Е.В. Швецова, В.Н. Шуть // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. – Гомель : БелГУТ, 2019. – Ч. 1. – С. 90–91.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В статье представлены основные результаты исследования влияния рецептурно-технологических параметров переработки полимер-минерального композита на его механические и технологические свойства. Установлены оптимальные параметры фракционного состава наполнителей для получения полимер-минерального композита с улучшенными прочностными характеристиками.

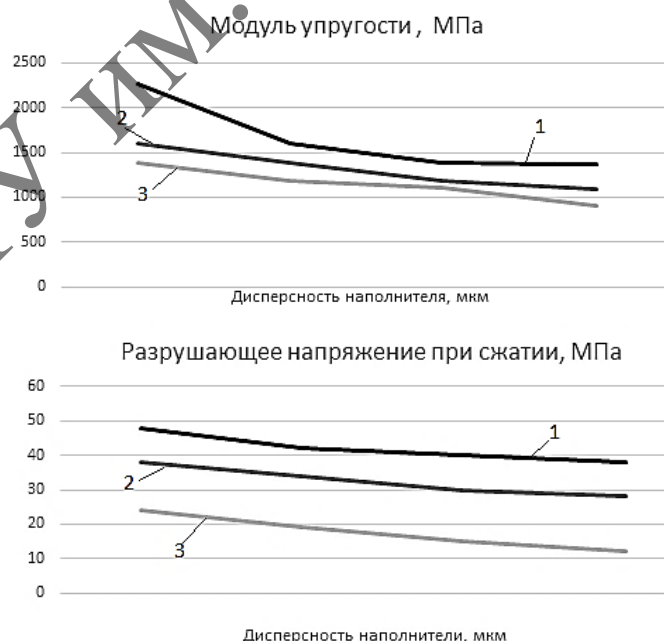
Ключевые слова: полимер-минеральный композит, дисперсные наполнители, модуль упругости, разрушающее напряжение.

Введение. Создание полимерных композитов на основе отходов термопластичных полимеров является одним из перспективных направлений в материаловедении. Это связано не только с возможностью решения задач ресурсосбережения и охраны окружающей среды, но и с необходимостью снижения себестоимости материалов. Ключевой задачей при использовании вторичных полимеров для производства технически ценных изделий является выбор дисперсных наполнителей, влияющих на совместимость полимерных компонентов в композиционном материале, а также на стабильность его структуры и технологических свойств [1].

В ходе исследования была выявлена зависимость механических и технологических свойств полимерно-минерального композита от размерности применяемого наполнителя. Наилучшие показатели модуля упругости (2300 МПа) и разрушающего напряжения при сжатии (48 МПа) были достигнуты для композитов на основе полипропилена (ПП), наполненного формовочным песком с размером частиц 125 мкм. При использовании наполнителя с размерами частиц 315 мкм наблюдается значительное снижение этих показателей (на 30 и 20 % соответственно). Снижение дисперсности частиц формовочного песка ниже 125 мкм не оказывает заметного влияния на механические характеристики композитов. Похожие изменения прочностных свойств наблюдаются и у полипропилена, наполненного дефекатом и строительным песком.

Композиты, использующие дефекат в качестве наполнителя, демонстрируют более низкие прочностные характеристики ($E_{сж} = 1600$ МПа, $\sigma_{сж} = 38$ МПа) по сравнению с образцами, наполненными формовочным песком. При этом изменение размера частиц дефеката в диапазоне 315–800 мкм не приводит к значительным изменениям механических свойств, а модуль упругости и разрушающее напряжение при сжатии находятся в пределах 1400–1300 МПа и 34–29 МПа соответственно [2].

Зависимость механических и технологических свойств полимерно-минерального композита от размерности и вида применяемого наполнителя приведена на рисунке 1.



1 – 70 мас.% формовочный песок + 30 мас.% ПП; 2 – 70 мас.% дефекат + 30 мас.% ПП;
3 – 70 мас.% строительный песок + 30 мас.% ПП

Рисунок 1 – Зависимость прочностных свойств полимер-минеральных композитов от дисперсности минерального наполнителя: (а) модуля упругости, (б) разрушающего напряжения при сжатии

Образцы полимерно-минеральных композитов, заполненные строительным песком, имеют наименьшие прочностные характеристики среди аналогичных материалов. Так, при наполнении полипропилена песком размером 125 мкм показатели $E_{сж}$ и $\sigma_{сж}$ составляют 1400 и 24 МПа соответственно, что на 30 % ниже, чем у образцов с другими дисперсными наполнителями. Однако, как и в случае с формовочным песком, строительный песок хорошо гомогенизируется с расплавом полипропилена, что обеспечивает получение формовочной массы с пониженной вязкостью и хорошей формуемостью.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование позволило установить оптимальные параметры фракционного состава наполнителей для создания полимерно-минерального композита с улучшенными прочностными характеристиками. При использовании наполнителей с дисперсностью 125 мкм достигаются максимальные значения модуля упругости и разрушающего напряжения. В то время как при использовании наполнителей размером частиц в диапазоне 315–800 мкм наблюдается заметное (на 20–30 %) снижение этих показателей.

Результаты исследования подтверждают, что композиты с формовочным песком имеют наилучшие прочностные характеристики. Исследование также подчеркивает целесообразность введения технологических добавок для модификации дисперсных наполнителей, что позволит управлять механическими и технологическими свойствами полимерно-минеральных композитов, повышая их прочность и долговечность.

Список использованных источников

1. Шаповалов, В.М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В.М. Шаповалов, З.Л. Тартаковский ; под общ. ред. чл.-корр. НАН Беларуси Ю.М. Плещачевского. – Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2003. – 262 с.
2. Исследование физико-механических и технологических характеристик композиционных материалов на основе смесей вторичных термопластов / А.А. Тимофеенко, В.В. Тимошенко, Е.А. Шутова, В.М. Шаповалов // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2020. – Т. 65, № 2. – С. 162–169.

УДК 621.9.048

Цзинцзе Ванг, Н.Н. Федосенко, Е.А. Кулеш, Д.Г. Пилипцов
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ КАРБОНИТРИДОВ $AlTiCN$: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ

Исследованы структура и свойства $TiAlCN$ покрытий, осажденных методом реактивного магнетронного распыления композиционной $Al-Ti-C$ мишени. Установлено наличие фаз TiN , AlN и углеродных связей sp^2/sp^3 . Показано, что нитриды обеспечивают прочность покрытий, изменение их твердости, а наличие в покрытии углерода снижает коэффициент трения и повышает износостойкость. Результаты подтверждают эффективность применения покрытий для упрочнения инструмента.

Ключевые слова: карбонитриды титана и алюминия, реактивное магнетронное распыление, механические свойства, износостойкость, склерометрия, трение.

Введение. В последние годы наблюдается тенденция к удешевлению стоимости вакуумного оборудования и, как следствие этого, его широкое внедрение в металлообрабатывающее производство, в инструментальные цеха предприятий. С развитием рынка режущих инструментов и разработкой новых композиционных сплавов и материалов для их изготовления по-прежнему существует потребность в покрытиях, которые могут улучшить рабочие параметры режущего инструмента, такие как увеличение скоростей резания, расширение диапазона рабочих температур и номенклатуры обрабатываемых материалов. Как показано [1], использование различных современных сплавов и материалов при производстве инструмента не всегда является экономически обоснованным, что связано их высокой стоимостью. В связи с этим актуальным является использование более дешевых материалов для изготовления инструмента и последующее поверхностное упрочнение инструментальной основы. В зависимости от инструментальной основы, а также от назначения инструмента используют различные методы химико-термической и ионно-плазменной обработки. Отдельно можно выделить методы нанесения упрочняющих вакуумных покрытий на основе нитридов и карбидов переходных металлов. Покрытия на основе TiN , ZrN , AlN и CrN широко и давно применяются для упрочнения инструмента и позволяют уменьшить износ и затупление рабочих кромок, расширить температурный диапазон работы инструмента, в том числе без использования охлаждающих жидкостей. Наряду с этим такие покрытия имеют ряд недостатков, существенно ограничивающих их

применение: высокая хрупкость, низкая термо- и коррозионная стойкость [2]. Формирование композиционных карбонитридных покрытий путем введения кремния, бора, углерода в их состав позволяет значительно изменить их структуру и улучшить их функциональные характеристики. С учетом того, что формирование композиционных покрытий происходит в атмосфере реактивных газов (азота, ацетилена), наличие которых приводит к протеканию химических процессов образования нитридных и карбидных соединений не только на поверхности подложки, но и на поверхности катода, это существенно изменяет кинетику формирования плазменного потока, снижает скорость роста покрытий, тем самым увеличивая длительность технологического процесса и увеличивая стоимость упрочнения [3]. Также такие покрытия осаждают с использованием дуговых методов, что определяет большое количество капельной фазы и низкую однородность их структуры. При этом стоит отметить, что такие методы нанесения покрытий зарекомендовали себя хорошо при упрочнении крупноразмерного инструмента, фрез, резцов и т.д.

С учетом бурного развития микроэлектроники существует потребность в упрочнении микроразмерного прецизионного инструмента, предназначенного для сверления плат для монтажа элементов микроэлектроники. Для прецизионного инструмента наличие макрочастиц и капель на поверхности является существенным недостатком, и применение дуговых методов для нанесения таких покрытий ограничено. Для устранения недостатков дуговых методов перспективным решением является применение магнетронного распыления [2–5]. Данная технология обеспечивает формирование плазменного потока без включений, что повышает качество покрытия. Особый интерес среди методов магнетронного распыления вызывает высокоимпульсное магнетронное распыление, объединяющее преимущества катодного дугового испарения (высокая степень ионизации плазмы) и классического магнетронного распыления (стабильность и равномерность нанесения покрытий). Использование для нанесения покрытий этого метода позволяет минимизировать дефекты структуры покрытий и повысить их износостойкость, что критически важно для прецизионного инструмента.

Целью работы является исследование структуры и свойств композиционных карбонитридных покрытий, осажженных методом высокоимпульсного магнетронного распыления.

Методы получения и исследования свойств. Композиционные TiAlCN покрытия были осажжены методом высокоимпульсного магнетронного распыления составной TiAlC мишени в режиме стабилизации тока разряда ($I=1,0$ А) и напряжении разряда $U=700$ В. Осаждение проводили при парциальном давлении смеси рабочих газов ($Ar+N_2$) равном 4×10^{-2} Па. Суммарный расход рабочих газов составлял 65 мл/мин. Покрытия были получены при различном расходе N_2 в рабочей смеси газов.

В качестве подложек использовали полированные пластины монокристалла кремния и микро-сверла диаметром 0,5 мм изготовленные из сплава WC. Перед нанесением подложки были вымыты в ультразвуковой ванне в ацетоне и непосредственно перед осаждением покрытия в аргоновой плазме тлеющего разряда. Структуру поверхности исследовали методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) в полуконтактном режиме (Solver-PRO P47 (NT-MDT, Россия). Толщину покрытий определяли оптическим интерференционным методом с использованием интерферометра Линника).

Режимы осаждения, толщина и параметры морфологии приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы осаждения и толщина TiAlCN покрытий

Покрытие	Γ_{Ar} , мл/мин	Γ_{N_2} , мл/мин	Толщина мкм	Элементный состав, масс, %				
				Al	Ti	C	N	O
TiAlCN	55	5	0,68	25	18	24	32	1
TiAlCN	50	10	0,72	23	13	28	35	1
TiAlCN	45	15	0,69	17	11	32	39	1

Элементный состав покрытий определяли методом энергодисперсионного анализа с аналитической точностью 1–2 % (таблица 1). Результаты показывают, что содержание N зависит от его протока в вакуумной камере при работе магнетрона. Стоит отметить, что содержание углерода в покрытии растет с ростом расхода азота, что может быть связано с результатом отравления материала мишени, а именно металлической компоненты мишени (Ti, Al) ионами азота. Снижение концентрации C в покрытиях AlTiCN по отношению к составу мишени определяется снижением скорости распыления графитовой составляющей ионами аргона, и рассеиванием легких ионов углерода на атомах азота, локализованных вблизи подложки, вызванного раздельной подачей реактивного газа к поверхности подложки.

Методом спектроскопии комбинационного рассеивания установлено, что в покрытии углерод образует различные аллотропные модификации, соответствующие sp^2 и sp^3 гибридизации связей. После математической обработки спектров установлено, что углеродная компонента покрытия, которая химически не связанная с титаном, алюминием и азотом, представляет собой аморфную углеродную матрицу, с преимущественными sp^2 гибридизованным типом связей. Стоит отметить, что с ростом давления азота в вакуумной камере наблюдается увеличение графитовой компоненты, при этом общее количество не связанного с металлом углерода снижается [3–5].

На рисунке 1 приведены результаты определения адгезионной прочности и параметров трещиностойкости композиционных покрытий, выполненные методом склерометрии.

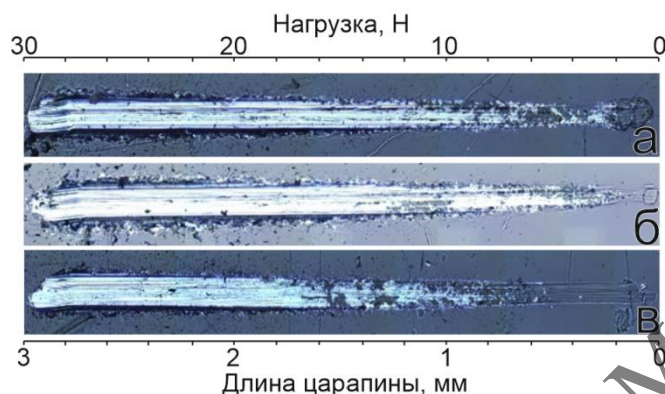


Рисунок 1 – Морфология поверхности покрытий после проведения склерометрии

Видно, что трещиностойкостью покрытий определяется их элементным и фазовым составом. Для покрытий, осажденных при высоких расходах реактивного газа азота, наблюдается увеличение трещиностойкости, а морфология поверхности и механизм развития трещин изменяются. Можно предположить, что при малых расходах азота покрытие становится более хрупким, в покрытии преобладает содержание нитридных фаз, в частности TiN , с ростом давления азота покрытие становится более мягкое и пластичное, что приводит к увеличению его трещиностойкости и снижению хрупкого разрушения. Морфология царапины для $TiAlCN$ покрытия характеризуется снижением радиальных и полупенсовых трещин (рисунок 1, в).

С увеличением содержания азота в покрытии твердость покрытия показывает тенденцию к снижению, независимо от содержания углерода. В области низких концентраций углерода твердость покрытия является самой высокой, достигая максимальных значений 16,3 ГПа. Однако, когда с ростом концентрации углерода твердость не сильно изменяется, но при этом наблюдается тенденция к незначительному ее снижению до значений 14,8 ГПа, что в основном связано с перестройкой структуры покрытий и изменением отношения аморфных и кристаллических фаз. При этом важно отметить, что данное предположение требует подтверждения с использованием рентгеновского дифракционного анализа и изучения кристаллической структуры покрытий [6].

Между тем, значения модуля упругости $AlTiCN$ покрытий с различным содержанием С и азота составляет 233,3, 242,3, 251,7 ГПа, соответственно. Согласно [7] считается, что высокое отношение H/E обычно является показателем хорошей износостойкости покрытий. Путем расчета можно обнаружить, что значение H/E увеличивается с содержанием С. Однако, учитывая небольшую разницу в значениях H/E среди покрытий в этой статье, все равно необходимо в следующей работе провести триботехнические испытания и проанализировать износостойкость покрытия на основе полученных результатов трения и определения износа покрытия и контртела.

Результаты сверления плат, изготовленных из текстолита, указывают на увеличение ресурса работы сверл с нанесенным покрытием. При этом установлено, что наиболее эффективно упрочнять рабочую поверхность инструмента целесообразно $TiAlCN$ покрытием, нанесенным при высоких расходах азота. Такое поведение связано с формированием мелкозернистой структуры покрытий с низкой поверхностной шероховатостью, а также содержанием в покрытии TiN , AlN , $TiAlN$ фаз и графита, который выполняет роль твердой смазки, особенно эффективно способствуя удалению стружки из зоны сверления.

Заключение. Выполнено исследование структуры и механических свойств $TiAlCN$ покрытий, осажденных методом реактивного магнетронного распыления. Установлено влияние на механические свойства, образующихся в покрытии TiN , AlN и $TiAlN$ фаз и углеродных связей с различным типом гибридизации. Показано, что нитриды обеспечивают прочность покрытий, изменение твердости, а наличие в покрытии углерода снижает коэффициент трения и повышает износостойкость. Результаты подтверждают эффективность применения покрытий для упрочнения инструмента.

Список использованных источников

1. High-performance coatings for cutting tools / K. Bobzin [et al.] // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2017. – Vol. 18. – P. 1–9.
2. Industrial application potential of high power impulse magnetron sputtering for wear and corrosion protection coatings / J. Vetter [et al.] // Journal of Applied Physics. – 2023. – Vol. 134. – P. 160701.
3. Jehn, H.A. Multicomponent and multiphase hard coatings for tribological applications / H.A. Jehn // Surface and Coatings Technology. – 2000. – Vol. 131. – P. 433–440.
4. Tribological behaviour of hard coatings deposited by arc-evaporation PVD / R.J. Rodríguez [et al.] // Vacuum. – 2002. – Vol. 67. – P. 559–566.
5. Influence of carbon interstitials to $Ti_{1-x}Me_xN$ (Me = Zr, Al, Cr) coatings by pulsed laser ablation on wear resistance / S. Jeon [et al.] // Applied Surface Science. – 2018. – Vol. 443. – P. 329–335.
6. Room temperature deposition of (Ti,Al)N and (Ti,Al)(C,N) coatings by pulsed laser deposition for tribological applications / J.M. Lackner [et al.] // Surface Coating Technology. – 2004. – Vol. 177–178. – P. 447–452.
7. Leyland, A. On the significance of the H/E ratio in wear control: a nanocomposite coating approach to optimised tribological behavior / A. Leyland, A. Matthews // Wear. – 2000. – Vol. 246. – P. 1–11.



Опыт и перспективы использования инновационных технологий в преподавании физико-математических дисциплин в учреждениях общего среднего, среднего специального и высшего образования

АГАЛТИНОВА С.Б., ШЕСТАКОВА Л.Г. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ У ПЕДАГОГОВ СПОСОБНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИТ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	3
АСТАПЕНКО Д.А., АСТАПЕНКО Г.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	5
АФАНАСЬЕВА О.В., КИРПИЧЕНКО О.М. РАЙОННЫЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КАЛИНКОВИЧСКОГО РАЙОНА	7
АХРАМЕНКО Н.А., БУЙ М.В., ДЕЛИКАТНАЯ И.О. НАГЛЯДНЫЕ И ПРОСТЫЕ МОДЕЛИ МУЛЬТИПОЛЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА	9
БЕКРЯЕВА Е.Б. ИЗ ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ КУРСАНТАМ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	13
БЕРЕЗИН Г.А., ДАВЫДОВСКАЯ В.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RYTHON ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ	14
БОНДАРЬ С.Р., ГРОМ Л.И. МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПТИКИ	16
БОЙЦОВА О.И., КИСЕЛЕВИЧ В.М. ВОЗМОЖНОСТИ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	18
БОЙЦОВА О.И., КИСЕЛЕВИЧ В.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ПЛАКАТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	20
БУЧКО О.И. ИНФОРМАТИКА И ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: КАК СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ	21
БУЙ М.В., ПАВЛЕНКО А.П., ПРОНЕВИЧ И.И. ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ	23
ВОРОНОВИЧ Г.К., КОЖЕВКО О.Ф. ПРИМЕНЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ ПСИХОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ	25
ГАЦКЕВИЧ Е.И., ГРЕК Л.Д., КОМАР А.А. УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕННОГО РАБОЧЕГО СТОЛА	27
ГАЦКЕВИЧ Е.И., НИКОНОВИЧ Н.Г. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ SNATGPT В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	30
ГУРИНА Т.А. ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ШКОЛЬНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ	32
ДАВЫДОВСКАЯ В.В., БЛОЦКАЯ Д.С. НЕВМЕРЖИЦКИЙ С.Н. ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ СНИЛ	35
ДЕЛИКАТНАЯ И.О., ДОЦЕНКО Е.И., ШИЛЯЕВА К.П. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ КУРСА ФИЗИКИ	37
ДЫБА О.С., КРИВОШЕЕВА Л.А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ЛИЧНОГО БЛОГА УЧИТЕЛЯ	39
ДЬЯКОВА Е.А. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ	42
ЕВЛАНОВ М.В. ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИКО-КОНСТРУКТОРСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»	44

ЕФРЕМОВА М.И., ХОМИЧ Е.В., ПАНАСЕНЯ Е.Д. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КРУЖОК «АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ» КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ	47
ЗЕРНИЦА Д.А. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ORIGIN ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ И ФИЗИКЕ ТВЁРДОГО ТЕЛА	49
ЗМУШКО А.О., САФРОНОВ А.П. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	51
ИВАНОВА Ж.В., СУРИН Т.Л. ИЗ ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА	54
ИВАЩЕНКО Е.В. К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»	55
ИВАЩЕНКО И.А., ПАСТУШОНОК С.Н., ЧЕРКАС Н.Л. УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРИВИТИЯ НАВЫКОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КУРСАНТАМИ ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ	58
ИГНАТОВИЧ С.В., ЕФРЕМОВА М.И. ПРИНЦИПЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ	60
КАНАШ О.В., МАРШАЛОВА В.С., ПИСКУН В.А. РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ И КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ	63
КЛИНЦЕВИЧ С.И., ЛУКАШИК Е.Я., ЗАВАДСКАЯ В.М. ИЗУЧЕНИЕ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА МОДЕЛИ ПЕРЦЕПТРОНА	65
КОВАЛЬЧУК И.Н., ИВАНЕНКО Л.А. РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ ТОЧНЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК В УО МГПУ ИМЕНИ И.П. ШАМЯКИНА	68
КОЗИНСКИЙ А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ БАЗ ЗНАНИЙ	70
КРАГЕЛЬ Е.А. КУЛЬТУРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СЛУШАТЕЛЕЙ-ИНОСТРАНЦЕВ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ	73
КРИВОШЕЕВА Л.А., ДЫБА О.С. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНФОРМАТИКИ	75
КУЗМЕНКОВА О.Н., ЖУКОВА Н.И. ОПЫТ ПРОФИЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА» ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 4-02-0713-01 «ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН»	77
ЛЕВИЦКАЯ Ж.И. ПАТТЕРНЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ: ВВЕДЕНИЕ В ШАБЛОНЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ ИГРЫ И ЗАДАЧИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ	80
ЛИТВИНЕНКО А.А. ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКО-ПАТРИОТИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	83
ЛОПУХОВА Н.Г. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОДУЛЬНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ	84
МАКАРЕВИЧ А.В., ЦЫРУЛИК Е.Ю. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ СВЯЗАННЫХ ПРУЖИННЫХ МАЯТНИКОВ	86
МАКАРЕВИЧ Т.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ПРИ НАХОЖДЕНИИ КОМПОЗИЦИИ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	89
МАРШАЛОВА В.С., КАНАШ О.В., ПИСКУН В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ	91
МЕДЕЛЬ Л.К., ДАНЧЕНКО Е.В. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ «РОББО»	93
НЕМЫХ О.А. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ	95

НЕНАРТОВИЧ М.В. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ ЗНАЧЕНИЙ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ НАГЛЯДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	99
ПАЛАДЯН К.А. МЕТОДОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ РЕШЕНИЮ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ	100
ПОЛИВАЧ С.М., ГОЛУБ А.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВ НАСЛЕДОВАНИЯ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++	103
ПРОХОРОВ Д.И. СТРУКТУРА ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОГО РЕСУРСА «ДИДАКТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»	105
РАВУЦКАЯ Ж.И., КАШКОВ С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ	109
РАВУЦКАЯ Ж.И., ЦЫБУЛИЧ А.Н. ОБУЧЕНИЕ АЛГЕБРЕ В 8 КЛАССЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ МАСТЕРСКИХ	112
РОМАНЧУК Т.А. ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ	116
СВЕНТЕЦКИЙ С.С., СВЕНТЕЦКАЯ Г.Д. ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	118
СЕРЫЙ А.И. О РАЗЛИЧНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЯХ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА В КУРСЕ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ	120
СЕРЫЙ А.И. ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМ «МУТНЫЕ СРЕДЫ», «РАССЕЯНИЕ СВЕТА В ГАЗАХ» И «РАССЕЯНИЕ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ» В КУРСЕ ОПТИКИ	122
ТРАВИН В.В. ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ И СТЕПЕННЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ В КРУЖКОВОЙ РАБОТЕ ПО МАТЕМАТИКЕ	124
ТРУШЕВИЧ Е.Ж. ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В V КЛАССЕ	126
ФЕДОРОВА Е.И., АЛЕКСАНДРОВИЧ Н.Г. ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ С НЕВЫСОКИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	128
ФЕДОРОВА Л.В., КОРОБЧУК А.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ С ПОМОЩЬЮ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ	130
ХОЛОДОВА С.Н. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ К РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ	132
ЦУПА И.Д. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ШКОЛЕ	134
ЧАЙКИНА Т.Г., ЗАЙЦЕВА Т.А. РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДСТВАМИ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ	137
ШЕВКО И.Я. СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	140
ЩЕЛЕВЕР Л.В., ДУДКО Д.В. BIG DATA В ОБРАЗОВАНИИ: КАК ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПОМОГАЕТ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАТЬ УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И ПОВЫШАТЬ УСПЕВАЕМОСТЬ В ШКОЛЕ	143
ШЕРМАДИНА Н.А. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ РЕШЕНИЮ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ	145
ШОРОХ Д.В. ПРИМЕНЕНИЕ КАССЕТНО-КОНВЕЙЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СКОРОСТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ СВЯЗИ ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ С МИНСКОМ	148
ЮДЕНКО Н.А. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	152
ЮРКЕВИЧ Н.П., САВЧУК Г.К., АХМЕДОВ А.П., ХУДОЙБЕРГАНОВ С.Б. ВОЗМОЖНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В СТРУКТУРУ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ВУЗЕ	153

**Современные подходы к преподаванию общетехнических
и специальных дисциплин на уровнях профессионально-технического,
среднего специального и высшего образования**

БАКЛАНЕНКО Л.Н., ДУБОДЕЛ В.П. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ	157
БИРИЛОВА Е.В. АКТИВИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ПЛАКАТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ПРИКЛАДНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»	160
ВАЛАХАНОВИЧ Е.В. О СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДАХ К ПРЕПОДАВАНИЮ КУРСА «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ» В ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	163
ГЕРМАНОВИЧ Е.А., ГУРИН И.А., МИХНЯЕВ А.Л. ВАЛИДАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OVERPASS API	165
ГОЛОЗУБОВ А.Л., ХОМИЧ К.И. ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА (НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ»)	168
ГРИДЮШКО А.И., САФАНКОВ Е.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА	170
ГУЛЕВИЧ О.С. ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПЛАКАТ «МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ» КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ И ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ ПРОФКОМПОНЕНТА	172
КАРПИНСКАЯ Т.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ: РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА	175
КОРОТКОВА М.В., НАЗАРЕНКО А.В., КОЖБАКОВА О.В. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАТИВНОЙ МОДЕЛИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	177
ЛЕШКЕВИЧ М.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ «КРАБ-2» ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ	180
ЛУКАШЕВИЧ С.А., КУПО А.Н., ЛУКАШЕВИЧ Н.В. МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ГАЗАХ	183
ЛУКАШЕВИЧ С.А., КУПО А.Н., ЛУКАШЕВИЧ Н.В. ЛИЧНОСТНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ПОДХОД В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ	185
МАКАРЕНКО А.В., АЖЕНИЛОК И.Н. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ	187
МУРАВЬЕВ Г.Л., ХВЕЩУК В.И., СУХАРЕВИЧ Д.С. К ПРАКТИЧЕСКОМУ ОБУЧЕНИЮ ОБЪЕКТНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ	190
ОВСЯННИКОВ Е.Г. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАЗОВЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ И ПОИСК ПУТЕЙ ИХ РЕШЕНИЯ	192
РАДЧЕНКО С.А. СПОСОБ БЫСТРО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЛУЧШИЙ ОПЫТ ЗНАМЕНИТЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И УНИКАЛЬНЫХ ХОЗДОГОВОРОВ КАФЕДР	195
РУЖИЦКАЯ Е.А. POSTMAN – НЕОБХОДИМЫЙ ИНСТРУМЕНТ BACK-END РАЗРАБОТЧИКА	198
СМОЛЯКОВА О.Ф. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ	200
ШЛЕНКИН К.В., ШЛЕНКИНА Т.М., СЕМИНИЧЕНКО М.В. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА ПО ПРОГРАММАМ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	203

ШУТОВА Е.А. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	206
ЩУР С.Н. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КАК ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА В УСЛОВИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	207

**Актуальные проблемы научных исследований
в области физики, математики и информатики**

БЕККАЛИЕВА Н.Т., ЖАЛГАСБАЕВА С.Ф., ЖУБАЕВ А.К. МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ СПЛАВОВ Fe-Cr	210
БЕЛАЯ О.Н., ГОЛЬЦЕВ М.В., БЕЛЫЙ О.В. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВРЕМЕНИ ВНУТРЕННЕГО ОТКЛОНЕНИЯ	212
БОКУТЬ Л.В. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПРОВАЙДЕРА ИНТЕРНЕТ-УСЛУГ	216
ДАВИДОВСКАЯ В.В., БЛОЦКАЯ Д.С., ФЕДОРОВА А.В., ТАРАСЮК Е.В. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОЛИТОННЫХ СТРУКТУР В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ SBN	218
ГОЛУБ А.А., ПОЛИВАЧ С.М. ИЗУЧЕНИЕ САМОФОКУСИРОВКИ (1+1)D СВЕТОВОГО ПУЧКА, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ $Bi_{12}SiO_{20}$	220
ГРАБОВСКИЙ А.К. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КВАДРУПОЛЬНЫХ СИСТЕМ	222
ЕСМАН А.К., ЗЫКОВ Г.Л. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ	225
ЖАЛГАСБАЕВА С.Ф., БЕККАЛИЕВА Н.Т., ЖУБАЕВ А.К. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯГР СПЕКТРОВ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ СПЛАВОВ Fe-Ni	227
ЖУК А.И., ЗАЩУК Е.Н., КАРИМОВА Т.И. ОБОБЩЕННЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	229
ЖУК А.И., ЗАЩУК Е.Н., ШЕЙНА В.А., ЯРМОЛИК Л.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМВОЛЬНОГО ПАКЕТА МАТНЕМАТИСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ	233
ЗЕРНИЦА Д.А. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМЕ (Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn)	235
КОТ М.Г. СХОДИМОСТЬ СЕМЕЙСТВА РЕЗОЛВЕНТ	238
КУЛАК Г.В., НИКОЛАЕНКО Т.В., ТОЗИК Л.А. ФОТОУПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ, ВОЗМУЩЕННЫХ СДВИГОВОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНОЙ	241
КУЛАК Г.В., НИКОЛАЕНКО Т.В., ТОЗИК Л.А. ФОТОУПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ, ВОЗМУЩЕННЫХ ПРОДОЛЬНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНОЙ	244
ЛЕТКО Л.К., САВЧУК Г.К. ИССЛЕДОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ МОЩНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ	248
МАКАРЕВИЧ А.В., ЦЫРУЛИК Е.Ю. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ ОТ ТОЛЩИНЫ КРИСТАЛЛА $Bi_{12}GeO_{20}$	250
МАКАРЕВИЧ Н.А. ФАКТОР НЕИДЕАЛЬНОСТИ СИСТЕМ В КИНЕТИКЕ РЕАЛЬНОЙ АДСОРБЦИИ	253
МАКАРЕВИЧ Н.А., ТРЕТЬЯКОВ С.И. КИНЕТИКА РЕАЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ КОМПОНЕНТОВ БЕРЕСТЫ БЕРЕЗЫ	255
МЕЛИЕВА М.Б. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ	256
МЕРКУШЕВИЧ П.А., СВЕРБА И.Ю., МАХНИСТ Л.П., КАРИМОВА Т.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЯДОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ГИДРОЛОГИИ	259
САВЕНКО В.С., СКВОРЦОВ О.Б., СТАШЕНКО В.И., ЧЭНЬ ЯНЦЗЫ. ЭЛЕКТРОННЫЕ И РЕШЁТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА	261

**Использование прогрессивных материалов и технологий
в машиностроении и строительстве: опыт и перспективы**

ДУБОДЕЛ В.П., АТВИНОВСКАЯ Т.В., ЗЛОТНИКОВ И.И. ПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ СЫПУЧИХ ПОРОД И УКРЕПЛЕНИЯ РЫХЛЫХ ГРУНТОВ	265
ДУБОДЕЛ В.П., ШАПОВАЛОВ В.М., ЗЛОТНИКОВ И.И. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИТУМНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	267
ЛЯШЕНКО М.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТРО ЦЕЛЕВОГО ТИПА «КРОТОВЫЕ НОРЫ» ...	270
ПОДОБЕД Д.Л., ДУБОДЕЛ В.П. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЛИОЛЕФИНОВЫХ ОТХОДОВ НА ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	271
РУДЕНКОВ А.С. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ВАКУУМНЫМИ МЕТОДАМИ	273
РУДЕНКОВ А.С. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА БИНАРНОЛЕГИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ	277
САХОВСКИЙ К.А., ПИЛИПЦОВ Д.Г., ПОПОВ А.Н. АНАЛИЗ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ПОТОКОВ УГЛЕРОДНОЙ ПЛАЗМЫ: ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ	281
ТАРАСЕВИЧ М.Д. НОВЫЙ МЕТОД ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ ТЕЛЕЖКИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОВАРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХАХ	283
ШУТОВА Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	287
ЦЗИНЦЗЕ ВАНГ, ФЕДОСЕНКО Н.Н., КУЛЕШ Е.А., ПИЛИПЦОВ Д.Г. ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ КАРБОНИТРИДОВ $AlTiCN$: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ	288