

Министерство образования Республики Беларусь

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

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ДИСЦИПЛИНАМ

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

Материалы XIII Международной
научно-практической интернет-конференции

Мозырь, 25–26 марта 2021 г.

Мозырь
МГПУ им. И. П. Шамякина
2021

УДК 37:001.895
ББК 74
И66

Печатается по решению научно-технического совета
учреждения образования «Мозырский государственный педагогический
университет имени И. П. Шамякина» (протокол от 21.04.2021 № 3)

Редакционная коллегия:

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

И66 **Иновационные** технологии обучения физико-математическим
и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques
in physics, mathematics, vocational and mechanical training : материалы XIII Междунар.
науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 25–26 марта 2021 г. / УО МГПУ
им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ
им. И. П. Шамякина, 2021. – 300 с.
ISBN 978-985-477-758-0.

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

Адресуется научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам.
Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

УДК 37:001.895
ББК 74

ISBN 978-985-477-758-0

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2021

Секция 1



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

А. А. АГИШЕВА^{1,2}, Ж. Ж. КУКЕНОВ¹

¹АРУ им. К Жубанова (г. Актобе, Казахстан)

²ОГУ (г. Оренбург, Россия)

ДЕФОРМАЦИЯ ЦЕННОСТНОЙ СФЕРЫ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫМ ПРОГРАММАМ

Образование все больше приобретает статус высокой ценности. Среди современных родителей и самого подрастающего поколения наблюдаются тенденции вложения материальных и моральных средств в непрерывное образование детей и юношества [1]. В современных реалиях вынужденного дистанционного обучения становится актуальной проблема правильного использования возможностей современных средств коммуникации, грамотной организации своей деятельности, ограничения себя от вредного воздействия телевидения и Интернет. Целенаправленный и ситуативный поиск информации требует умения делать выбор, что предполагает достаточное развитие ценностных ориентаций учащихся уже с малых лет.

Без малого год, как экстремальные условия пандемии на территории Республики Казахстан привели к переходу к дистанционному обучению практически на всех уровнях, что выявило глобальное противоречие в образовании, когда оно сводится к освоению достижений культуры и цивилизации. Обучить (не воспитать, не развить)! Между тем, первейшая задача образования – создание условий обретения будущими членами общества смыслов, ценностей и целей своего личного развития.

Таким образом, речь идет о необходимости гуманизации образования, естественно-научного, физико-математического и технического в том числе. При обучении школьников циклу естественных дисциплин одним из средств гуманизации образования может быть обращение к опыту этнопедагогике, что предусматривает формирование в стенах педагогического ВУЗа учителя нового типа, способного приобщить обучающегося к ценностям общества с последующим развитием у него собственных ценностных понятий и предпочтений. Возникает необходимость выявления и реализации психолого-педагогических условий, оптимизирующих процесс профессионального ценностного ориентирования студентов в современных условиях обучения педВУЗа [2].

С этой целью был проведен опрос 114 студентов физико-математического, технического факультетов и факультета естествознания. Для определения мотивов выбора профессии следовало выбрать **три** наиболее важных ответа на вопрос: «**Что для вас наиболее значимо в будущей профессии?**»

1. Творческий, интересный характер работы
2. Ее соответствие моим способностям, умениям
3. Возможность достичь признания, уважения
4. Возможность получать высокие доходы
5. Возможность занять высокий пост, иметь власть
6. Возможность принести пользу людям
7. Высокий престиж профессии
8. Возможность полнее реализовать свой потенциал
9. Возможность профессиональной карьеры
10. Самостоятельность, независимость
11. Связь с современной техникой, технологией
12. Хороший, дружный коллектив

Результаты анкетирования представлены на рисунке 1. Можно видеть, что наиболее значимыми мотивами выбора будущей профессии являются возможность получать высокие доходы (выбор 45,61% опрошенных), занять высокий пост и иметь власть (31,58%), а также хороший, дружный коллектив (29,82%). Наименее значимыми мотивами выбора профессии для данной выборки респондентов явились возможность полнее реализовать свой потенциал (12,28%), творческий, интересный характер работы (19,3%), а также возможность принести пользу людям (19,3%).

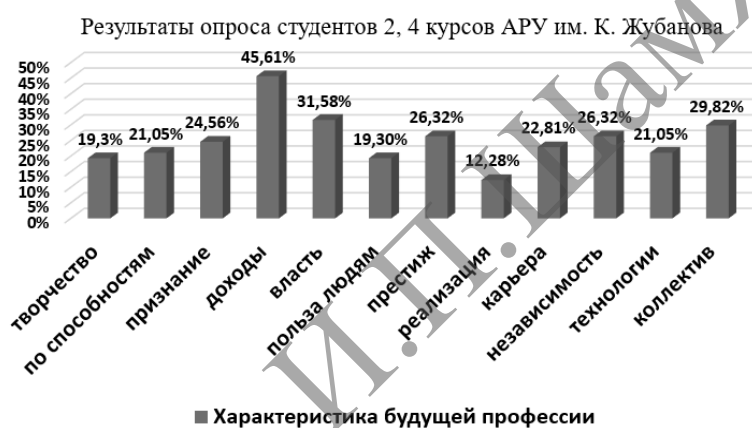


Рисунок 1. – Мотивы выбора будущей профессии студентами физико-математического, технического факультетов и факультета естествознания АРУ им. К. Жубанова

Четырьмя годами раньше аналогичный опрос проводился среди старшеклассников средней школы № 1 г. Актобе [3] и АОСКТЛИОЮ [4], то есть среди сверстников нынешних респондентов. Тогда набор главных мотивов выбора профессии был одинаков для учащихся обеих школ (возможность получать высокие доходы; хороший, дружный коллектив и возможность принести пользу людям) с той лишь разницей, что ведущим мотивом выбора профессии для старшеклассников СШ № 1 являлась возможность получать высокие доходы, в то время, как для старшеклассников специализированной школы – возможность принести пользу людям. Сегодня их сверстники (рисунок 1) возможность принести пользу людям ставят на последнее место, так же, как и реализацию своего потенциала и творческий характер работы. Эти результаты вызывают особое беспокойство, если учесть, что опрошены были будущие учителя химии, биологии, физики, технических дисциплин. Отчасти полученные результаты можно рассматривать как следствие дистанционного обучения.

Инновации в образовании должны быть направлены на человека, решать его проблемы, стоять на стороне его интересов, что подразумевает содержание в них аксиологического потенциала. Игнорирование аксиологической составляющей знания приводит к повсеместному производству незрелых специалистов, вооруженных последними достижениями науки и не осознающими своей ценности для общества и своего собственного будущего. Удаленное обучение, актуальное для зрелого члена общества, недопустимо для средней школы и требует серьезной проработки для высшей школы. Личность педагога – решающий фактор воспитания и развития – определяет смысл, направленность, идеалы, духовное содержание его труда. «Дистанционка» в нынешних условиях не способна актуализировать субъектную позицию будущего учителя, ориентировать на поиск ценностей и смыслов приобретаемых знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирьякова, А. В. Ценностные аспекты подготовки будущего педагога / А. В. Кирьякова, А. А. Агишева, Н. Т. Манапов // Подготовка будущего педагога в условиях перехода на 12-летнее образование : материалы респ. науч.-практ. конф. – Алматы, КазНПУ им. Абая, 2012. – С. 50–52.
2. Кирьякова, А. В. Особенности формирования ценностных ориентаций студентов социально значимых специальностей / А. В. Кирьякова, А. И. Нуфтиева, А. А. Агишева // Современные актуальные проблемы естественных наук : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Актобе, 2014. – Т. 2. – С. 267–271.
3. Султамуратова, З. Б. Ценностные ориентации как фактор адекватного выбора профессии / З. Б. Султамуратова [и др.] // Вестник АРГУ им. К. Жубанова. – Актобе, 2016. – № 3. – С. 128–135.
4. Агишева, А. А. Система ценностных ориентаций в формировании способности выбора сферы профессиональной деятельности / А. А. Агишева, А. М. Дузимова, К. К. Жантукенова // Молодежный потенциал Великой степи: принципы и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рудный, 2016. – С. 600–605.

Л. В. БОКУТЬ, А. А. ЗАЙЦЕВА

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ОСЦИЛЛОГРАФА КАК ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Как известно, к современным приборам предъявляются требования достаточного экономического эффекта и оптимальных технико-экономических и эксплуатационных показателей. Современные приборы также должны удовлетворять потребностям заказчика. Рассмотрим технологию работы осциллографа, прибора, показывающего изменение формы напряжения в зависимости от времени. Осциллограф как техническая система обладает четырьмя основными системными признаками: делимостью на элементы, целостностью, структурой, организацией. Кроме того, данный прибор создавался искусственно и целенаправленно, из природных материалов, на основе достижений науки и техники, с целью реализации строго определенных функций и задач. [1].

Прибор состоит из следующих элементов [2]: лучевая трубка, блок питания, канал вертикального/горизонтального отклонения, канал модуляции луча, устройство синхронизации и запуска развертки (рисунок 1).

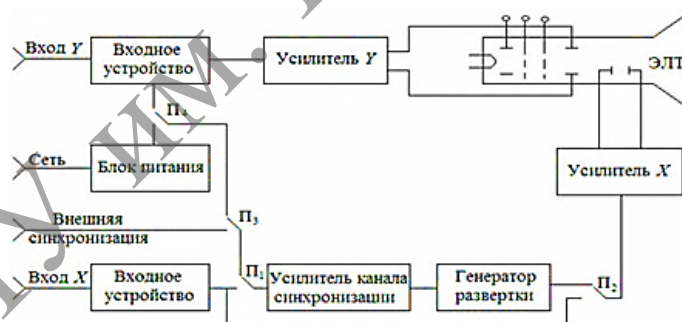


Рисунок 1. – Устройство осциллографа

Осциллограф является, прежде всего, наблюдательным прибором. С помощью осциллографа мы можем наблюдать за формой сигнала, которая дает возможность определить, что действительно происходит в цепи. Пример подобной ситуации приведен на рисунке 2 [2].

Осциллограмма позволяет увидеть определенные свойства сигнала, например: сигнал не принимает отрицательных значений; длительность импульсов более чем в три раза превышает длительность пауз; сигнал имеет импульсный характер.

Следующая информация может быть также получена с помощью осциллографа: временные параметры колебаний; сдвиг фаз, искажение импульса на различных участках цепи; переменную и постоянную составляющие колебаний; процессы в цепи.

При выполнении лабораторных работ «Изучение электронного осциллографа» и «Цепи с индуктивно связанными элементами» решались такие задачи, как: проверка правильности калибровки осциллографа; изображение графиков исследуемых сигналов; измерение с помощью осциллографа параметров исследуемых электрических сигналов.

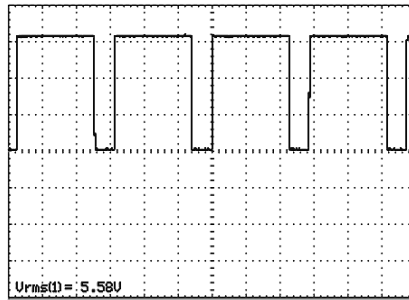


Рисунок 2. – Осциллограмма сложного сигнала

Итак, при помощи осциллографа мы можем измерять такие параметры сигнала, как напряжение, длительность, периоды, ток, частота, угол сдвига фаз [3]. Например, пусть переменный ток, протекающий через конденсатор, опережает напряжение на $\frac{1}{4}$ периода (рисунок 3). Включим резистор с небольшим сопротивлением в разрыв цепи. Это сопротивление никак не влияет на работу схемы. Форму и величину тока, протекающего через конденсатор, покажет падение напряжения на этом резисторе.

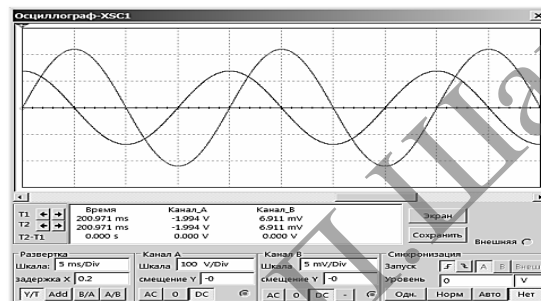


Рисунок 3. – опережение током напряжения на $\frac{1}{4}$ периода

Для того чтобы рассчитать ток через конденсатор, следует применить закон Ома. Если сопротивление измерительного резистора $0,1\Omega$, падение напряжения на нем 7мВ . Мы получаем амплитудное значение. Следовательно, максимальный ток через конденсатор будет $7/0,1=70\text{мА}$ (рисунок 4).

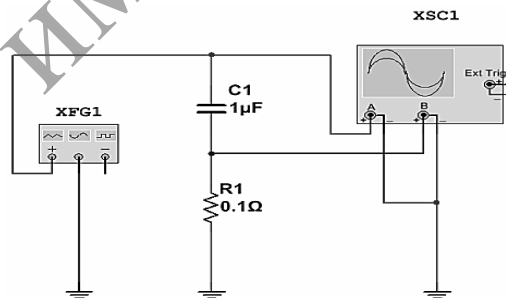


Рисунок 4. – Измерение тока через конденсатор

Рассмотрим следующую задачу. Определим среднюю квадратичную и средневыпрямленную величину напряжения, а также частоту синусоидального сигнала, который имеет форму изображения на экране ЭЛТ (рисунок 5), если $K_{\text{откл}}=2\text{В/дел}$, $K_p=50\text{мкс/дел}$, $U_{\text{пиковое}}=6\text{В}$, $T = 40\text{мкс}$.

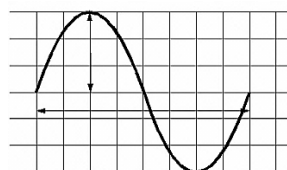


Рисунок 5. – Синусоидальный сигнал осциллографа

Среднюю квадратичную величину напряжения получим через коэффициент амплитуды по пиковому значению:

$$U = \frac{U_n}{K_a} = \frac{6\text{В}}{1,41} = 4,24\text{В}$$

Средневыпрямленную величину напряжения вычислим через коэффициент формы по полученному среднеквадратическому значению:

$$U_{\text{св}} = \frac{U}{K_{\phi}} = \frac{4,24\text{В}}{1,11} = 3,82\text{В}$$

Тогда частота сигнала равна:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{40_{\text{мкс}}} = 25\text{кГц}$$

Осциллографы по принципу действия бывают цифровыми и аналоговыми. В качестве экрана используют монитор компьютера, телевизора [3]. Существуют также смешанные аналого-цифровые приборы. Аналоговые осциллографы обладают рядом недостатков, а именно: низкой точностью курсорного измерения амплитуды и длительности импульсов, отсутствием возможности отображения сигнала до запускающего момента, высокой эксплуатационной стоимостью, ограниченными средствами измерения параметров сигналов. Цифровые осциллографы имеют более высокую стоимость и более сложны в управлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прибор как техническая система. [Электронный ресурс]: http://lib.ssga.ru/fulltext/UMK/200203/7%20Учебное%20пособие%20Технология%20приборостроения/tema1_1_1.htm. Дата доступа 12.09.2020 г.
2. 20 самых важных характеристик осциллографов. [Электронный ресурс]: <https://skomplekt.com/harakteristiki-ostcillograf/>. Дата доступа 12.09.2020 г.
3. Базовые измерительные приборы. Осциллограф: «рисующий сигнал». <https://www.avclub.pro/articles/audio-video-ot-a-do-ya/bazovye-izmeritelnye-pribory-ostsillograf-risuyushchiy-signal/>. Дата доступа 12.09.2020 г.
4. Проведение измерений с помощью осциллографа. [Электронный ресурс]: <http://elektrik.info/main/praktika/1003-provedenie-izmereniy-s-pomoschyu-ostcillografa.html>. Дата доступа 12.09.2020 г.

Н. В. БРОВКА, А. В. ЛЯЦКАЯ

БГУ (г. Минск, Беларусь)

О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ

Интеграция дистанционной и очной форм обучения, которая имеет место в высшей школе на современном этапе, выдвигает на первый план вопросы, касающиеся, во-первых, способов организации и соответствующих модификаций содержания обучения, во-вторых, установления способов наиболее продуктивного взаимодействия субъектов образовательного процесса. Вопросы организации компьютерно-ориентированного обучения, которое предполагает выявление ключевых положений и свойств в содержании обучения и моделирование механизмов отражения этих свойств в методах и формах обучения в значительной степени определяются спецификой содержания. Образовательная практика свидетельствует о том, что размещение материалов лекций и практических заданий на образовательной платформе является необходимым, но не достаточным условием повышения продуктивности обучения. Актуальной является задача поиска путей такой организации смешанного обучения, которая предусматривает, с одной стороны, выделение ключевых, наиболее важных положений в содержании обучения, с другой стороны, обеспечивает возможность углубления, систематизации знаний и развития студентов. Такой подход отвечает основным положениям инженерии знаний, согласно которой, создание базы знаний предусматривает, во-первых, выделение ключевых понятий, выступающих концентрирами предметной области, во-вторых, структурирование информации, составляющей содержание обучения, с позиций систематизации, обобщения информации и установления

определенных закономерностей, которые позволяют ставить и решать задачи в этой области. Основная цель этой деятельности – представление содержания обучения в таком виде, который способствует продуктивности его освоения. При этом необходимо определить содержание, формы и методы обучения, которые сочетали бы достоинства офлайн- и онлайн- обучения, способствовали бы повышению уровня мотивации студентов, самостоятельности, индивидуализации обучения.

Так, целесообразно, чтобы материалы лекций и практических имели модульный характер, где информация представлена в виде содержательно и логически законченных блоков. При этом на каждом этапе освоения содержания каждого блока должна осуществляться диагностика, позволяющая установить, на каком уровне освоения материала находится каждый из студентов и какие дополнительные навыки нужны для перехода на следующий уровень. При таком подходе преподаватель выступает не в качестве источника информации, а в качестве консультанта и модератора индивидуального курса обучения.

Так как математика – это наука о структурах и их свойствах, то выявление ключевых, повторяющихся применительно к разным математическим объектам утверждений, а также методов решения типовых заданий, их комбинаций и разработка диагностических заданий с привлечением возможностей компьютерных технологий включает элементы семантического и аналитико-процедурного моделирования.

Семантическое моделирование подразумевает выявление смыслового ядра, содержательно-логической структуры формулировок определений, свойств и теорем с целью освоения студентами знаково-символического опыта оперирования математическими объектами, а также предполагает использование приема смысловых опор и применяется в отношении символьных записей формулировок критериев или признаков, которые отражают одну и ту же идею или свойство применительно к различным математическим объектам. В частности, это относится к определениям предела и сходимости, производной (функций одной переменной, функций многих переменных), дифференцируемости, а также некоторых критериев и признаков, которые касаются одних и тех же свойств, однако формулируются применительно к функциям, рядам и интегралам (не зависящим и зависящим от параметра). Обобщение таких формулировок и составляет сущность семантического моделирования и состоит в выделении фрагментов, которые несут смысловую нагрузку и отражают логику построения формулировки. Например, символьная запись определения равномерной сходимости функционального ряда и несобственного интеграла, зависящего от параметра, отражает одну и ту же логику выстраивания фрагментов и потому может быть представлена в виде единого паттерна, внутри которого варьируются лишь рассматриваемые объекты [1]. Перенос лишь одного фрагмента формулировки из середины в начало изменяет ее смысл, позволяя перейти от определения равномерной к поточечной сходимости и наоборот. Семантическое моделирование в этом случае состоит в использовании динамической визуализации переноса этого фрагмента определения в соответствии с тем или иным видом сходимости. Разделение достаточно громоздкой символьной записи на части способствует лучшему усвоению сущности определения, поскольку согласуется с психолого-дидактическими закономерностями мышления и памяти.

Реализация практического компонента онлайн-обучения также имеет свои особенности. Предоставление студентам материала в виде модулей должно включать необходимые теоретические сведения для решения тех или иных задач, разбор некоторых примеров, описание типичных ошибок, алгоритм решения задач по той или иной теме, задания для самостоятельной работы разного уровня сложности, а также диагностические материалы для проверки уровня знаний каждого студента. Важную роль здесь играет ориентировочная основа действий. У более сильных студентов не возникает проблем при решении задач различного уровня сложности, они легко усваивают изучаемые понятия и эффективно применяют теоретический материал на практике. Однако у более слабых студентов даже задания репродуктивного уровня вызывают сложности. Разработка некоторых заданий для самостоятельной работы студентов, а также диагностических заданий для проверки уровня усвоения материала каждым студентом реализуется с помощью так называемых фреймовых моделей, когда задачи объединяются в классы и для каждого класса примеров с учетом введения определенных параметров генерируются задачи разного уровня сложности. **Аналитико-процедурное** моделирование состоит в разработке шаблонов заданий, которые имеют фреймовую структуру и включают ряд параметров, в зависимости от которых для выполнения задания необходимо применить тот или иной метод, критерий или признак. Количество параметров в заданиях увеличивается по мере усложнения заданий. Выполнение таких заданий направлено на развитие умения анализировать представленную задачу

с целью установления того, какой метод решения или исследования будет оптимальным, а далее выбора подходящей ориентировочной основы действий для его решения [2]. По мере успешного выполнения заданий конкретного уровня студент может отследить, на каком уровне усвоения материала он находится, а также установить, какие пробелы в знаниях у него имеются. Такой подход к организации содержания обеспечивает компактность структурирования материала, способствует усвоению студентами ключевых положений за счет цикличности изучения на основе опосредованного, распределенного во времени повторения, а также позволяет преподавателю реализовать дифференциацию и индивидуализацию обучения студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бровка, Н. В. О реализации семантических связей при обучении студентов математическому анализу // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. Междунар. науч. конф. : в 12 т. Т. 5. – СПб. : СГТУ, 2017. – С. 97–102.

2. Бровка, Н. В. Об организации содержания в процессе онлайн- и офлайн- обучения студентов математическому анализу / Н. В. Бровка, А. В. Ляцкая // Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе : материалы VI междунар. науч. интернет-конф., 11–12 дек. 2020 г. ; под общ. ред. М. В. Егуповой, Л. И. Боженковой. – М. : МПГУ, 2021. – С. 252–258.

М. В. БУЙ, И. О. ДЕЛИКАТНАЯ

УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

При решении физических задач приходится часто использовать идеализированные соотношения, которые имеют ограниченную применимость, выход за рамки которых может приводить к кажущимся неоднозначностям и неопределенностям, что, как минимум, требует анализа правомочности используемых подходов или физического смысла получаемых, на первый взгляд, парадоксальных результатов.

Так, основные формулы электростатики применимы только до некоторых, достаточно малых, размеров [1, §3], порядка 10^{-15} м. Подобное ограничение может проявиться и в макроскопических объектах, имеющих резкую границу (например, проводник – вакуум).

В качестве такого объекта рассмотрим сферическую поверхность радиуса R несущую произвольно распределенный электрический заряд. Представим его как совокупность точечных зарядов q_i , расположенных от выбранной точки A на расстояниях r_i . В качестве параметра, описывающего положение каждого из точечных зарядов, выберем угол α_i между направлением на точку A и диаметром сферы (см. рисунок 1). Из свойств точек окружности вытекает, что расстояния r_i однозначно определяются соответствующими углами

$$r_i = 2R \cos(\alpha_i). \quad (1)$$

Потенциал электростатического поля, создаваемого точечным зарядом q_i в точке A , с учетом соотношения (1) может быть определен по формуле:

$$\varphi_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{2R \cos(\alpha_i)}. \quad (2)$$

Отсюда в соответствии с принципом суперпозиции потенциал электростатического поля, создаваемого в точке A всеми зарядами сферы:

$$\varphi = \sum_i \varphi_i = \frac{1}{8\pi\epsilon_0 R} \sum_i \frac{q_i}{\cos(\alpha_i)}. \quad (3)$$

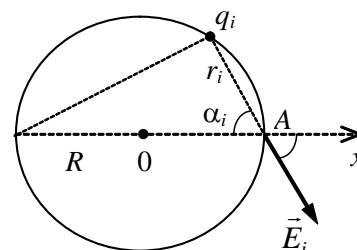


Рисунок 1

Аналогично определим проекцию напряженности электростатического поля на нормаль к поверхности сферы (ось x на рисунке 1), создаваемого точечным зарядом q_i в точке A , также с учётом соотношения (1):

$$E_{i,x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^2} \cos(\alpha_i) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{4R^2 \cos^2(\alpha_i)} \cos(\alpha_i) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{4R^2 \cos(\alpha_i)}. \quad (4)$$

Применив к формуле (4) принцип суперпозиции, получим:

$$E_x = \sum_i E_{i,x} = \frac{1}{16\pi\epsilon_0 R^2} \sum_i \frac{q_i}{\cos(\alpha_i)}. \quad (5)$$

Из полученных формул (3) и (5) следует связь:

$$E_x = \frac{\Phi}{2R}. \quad (6)$$

Соотношение (6) находится в явном противоречии с формулами, описывающими электростатическое поле равномерно положительно заряженной сферы радиуса R с зарядом q в любой точке около ее поверхности. В этом случае вектор напряженности направлен по нормали к поверхности и рассматриваемая проекция совпадает с модулем:

$$\Phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}, \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2} \Rightarrow E = \frac{\Phi}{R}.$$

Обнаруженный парадокс во многом связан с неоднозначностью положения точки A . Так, для упомянутого выше примера равномерно заряженной сферы, для точки, расположенной на поверхности, но внутри от нее, поле вообще отсутствует, а предыдущая формула для напряженности справедлива для точки на поверхности, но снаружи от нее. Иными словами, для этого идеального случая функция, описывающая зависимость напряженности электростатического поля от расстояния до центра сферы, имеет в точке, соответствующей поверхности, неустранимый разрыв, который целиком объясняется именно идеальностью постановки задачи.

Этот разрыв соответствует особым слагаемым в сумме, которая впервые появилась в соотношении (3). Дело в том, что при приближении точки расположения заряда q_i к точке A угол α_i стремится к 90° , а его косинус стремится к нулю. Это обстоятельство существенно увеличивает вклад в итоговую сумму слагаемых, соответствующих точкам, располагающимся в ближайшей окрестности к точке A . Для точки, расположенной на поверхности, но внутри от нее, косинус угла стремится к нулю со стороны отрицательных чисел, и, соответственно, эти слагаемые отрицательны. Для точки на поверхности, но снаружи от нее, эти слагаемые положительны.

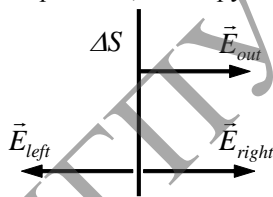


Рисунок 2

Подобное явление лежит в основе используемого в ряде учебных пособий [1, §6] приема, объясняющего скачок нормальной составляющей напряженности электростатического поля при переходе через заряженную поверхность. Для этого поле около поверхности рассматривается как совокупность двух полей: "внутреннего", создаваемого малой площадкой ΔS (напряженности \vec{E}_{left} и \vec{E}_{right} на рисунке 2); "внешнего", создаваемого всеми остальными зарядами поверхности, не входящими в эту площадку (напряженность \vec{E}_{out} на рисунке 2). По принципу суперпозиции в условиях равновесия напряженность результирующего поля внутри поверхности (слева от границы на рисунке 2) равна нулю, а снаружи около поверхности оказывается в два раза больше, чем напряженность "внешнего" поля.

С помощью метода, примененного в [2, §55] для расчета потенциала гравитационного поля сферической оболочки, обобщив его для вычисления напряженности электростатического поля, можно показать прямым интегрированием, что эта величина представляется суммой двух равных по величине слагаемых. Причем, при переходе от точки снаружи оболочки к точке внутри нее второе из них меняет знак, тем самым обеспечивая равенство нулю напряженности поля. Тем самым, точный количественный смысл приобретают вектора, представленные на рисунке 2.

Таким образом, рассмотренный в начале работы пример с произвольным распределением заряда на сферической поверхности является количественным обоснованием этого приема. Кроме того, становится понятно, что формула (6) описывает поле, создаваемое всеми зарядами поверхности, кроме бесконечно малого участка, непосредственно примыкающего к точке A (рисунок 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений : [в 5 т.] Т. 3 : Электричество / Д. В. Сивухин. – Изд. 6-е, стер. – М. : Физматлит, 2015. – 654 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений : [в 5 т.] Т. 1 : Механика / Д. В. Сивухин. – Изд. 6-е, стер. – М. : Физматлит, 2014. – 560 с.

О. А. ВЕЛЬКО, Н. В. КЕПЧИК

БГУ (г. Минск, Беларусь)

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭВРИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ПРИМЕРАХ ОТКРЫТЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Развитие творческого потенциала и интеллектуальных способностей студентов является одной из важнейших задач обучения в университете. Целью образования является всестороннее развитие человека, его талантов, умственных и физических способностей, воспитание высоких моральных качеств, обогащение на этой основе интеллектуального, творческого, культурного потенциала, повышение его образовательного уровня, обеспечение общества квалифицированными специалистами.

В последние десятилетия почти во всех отраслях науки используются количественные методы, основанные на использовании математического аппарата. Теперь уже не обсуждается вопрос, стоит ли преподавать математику гуманитариям, она давно преподается. Вопрос в том, как ее им преподавать. Совершенствование математической подготовки студентов нематематического профиля происходит посредством различных методических путей, дидактических средств и т. д. К важнейшим аспектам общеобразовательной значимости математики относят творческий аспект, связанный с развитием и формированием творческого мышления, самореализацией личности.

Математика, как никакая другая дисциплина, способствует развитию творческих способностей у студентов-нематематиков. Задача преподавателя высшей математики – убедить студентов в том, что изучение математики, а также применение современных математических методов в различных науках способствует повышению уровня образования будущего специалиста, служит основой для успешного овладения специальными знаниями, дает возможность расширить кругозор, повысить уровень мышления и общую культуру.

Решить эту задачу можно, например, с помощью эвристического метода. Эвристический метод применяется для активизации творческой деятельности студентов через систему творческих заданий и позволяет успешно реализовывать собственный интеллектуальный и творческий потенциал в научно-исследовательской деятельности. Студентам предлагается разработать творческое задание (самостоятельное составление примеров и задач по выбранной теме, составление кроссвордов, подготовка наглядных пособий, мультимедийных презентаций по изучаемым темам курса).

Мероприятия, организованные в рамках эвристического метода обучения, ориентируются на достижение неизвестного заранее результата, позволяют студентам не пассивно приобретать знания, а самостоятельно их создавать, реализовывать себя, демонстрировать свои знания и способности, а также развивать способности к самоанализу и рефлексии.

В данной статье мы хотим предложить небольшие открытые задания по различным темам, входящим в курс высшей математики, разработанные для студентов факультета философии и социальных наук и студентов биологического факультета БГУ в соответствии с методикой эвристического обучения.

Открытые задания по теме «Матрицы и действия над ними»:

1. Рассмотрите экосистему, которая содержит n конкурирующих видов. Определите матрицу потребления $A = (a_{ij})_{n \times n}$, в которой элемент a_{ij} показывает среднее число особей j -го вида, потребляемое в день средней особью i -го вида. Какие типы поведения описываются нижеприведенными матрицами потребления:

$$а) A = \begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{pmatrix}, б) A = \begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Приведите примеры конкретных конкурирующих видов, типы поведения которых описываются данными матрицами.

2. Придумайте матрицы, описывающие какие-либо процессы, происходящие в природе и/или обществе, опишите критерии, которые вы использовали при создании этих матриц.

Открытое задание по теме «Системы линейных алгебраических уравнений»

Используя события из вашей жизни, составьте условие текстовой задачи, решение которой сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений, состоящей из трех уравнений с тремя неизвестными; состоящей из четырех уравнений с четырьмя неизвестными; состоящей из трех уравнений с двумя неизвестными.

Открытое задание по теме «Моделирование социальных процессов и процессов, происходящих в природе и обществе с помощью графов»

1. Приведите три примера использования графов в повседневной жизни, природе и обществе.

2. Представьте родословную своей семьи с помощью графа. Дерево графа может быть нисходящим и изображать всех потомков одной супружеской пары или восходящим и представлять предков конкретного человека.

3. Вы планируете путешествие на летних каникулах. Постройте граф, отображающий Ваше передвижение с описанием соответствующих характеристик и критериев.

Открытое задание по теме «Случайные события»

1. Используя события из вашей жизни, заполните таблицу:

№	Комплекс условий	Достоверное событие	Невозможное событие	Случайные события	Противоположные события
1	2	3	4	5	6
1.				1. 2. 3.	1. 2. 3.

2. Придумайте опыт и соответствующие ему элементарные события из вашей жизни. Заполните таблицу:

№	Опыт (испытание)	Элементарные исходы	События		Исходы, благоприятствующие	
			событие 1	событие 2	событию 1	событию 2
1.						

Какому событию благоприятствует больше элементарных исходов? Могут ли разные события иметь одинаковые благоприятствующие исходы в одном и том же опыте? Какие из случайных событий (которые вы занесли в таблицу) являются несовместными, равновероятными?

Открытое задание по теме «Бинарные отношения»

1. Приведите от трёх до пяти примеров бинарных отношений, с которыми вы встречались в повседневной жизни. Каждый пример должен отражать определенную сферу вашей жизни: семья, друзья, учёба и т. д.

2. Состоите ли вы в каких-нибудь бинарных отношениях? В каких бинарных отношениях вы бы хотели состоять?

3. Придумайте свою формулу, задающую бинарное отношение. В какой еще форме, на ваш взгляд, можно представить бинарное отношение?

4. Укажите всевозможные бинарные отношения на множестве членов вашей семьи.

В результате выполнения данных заданий студенты создают образовательный продукт, отличный от других, развивают творческую самореализацию и познавательный интерес к вопросам применения математики в различных сферах деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Велько, О. А. Эвристическое занятие «Графы как инструмент моделирования процессов природы и общества» / О. А. Велько, Н. В. Кепчик // Матэматыка. – 2020. – № 6. – С. 12–20.
2. Кепчик, Н. В. Опыт реализации технологии эвристического обучения при изучении дисциплины «Высшая математика» / Н. В. Кепчик, Т. И. Рабцевич, Н. Б. Яблонская // Матэматыка. – 2020. – № 1. – С. 3–10.

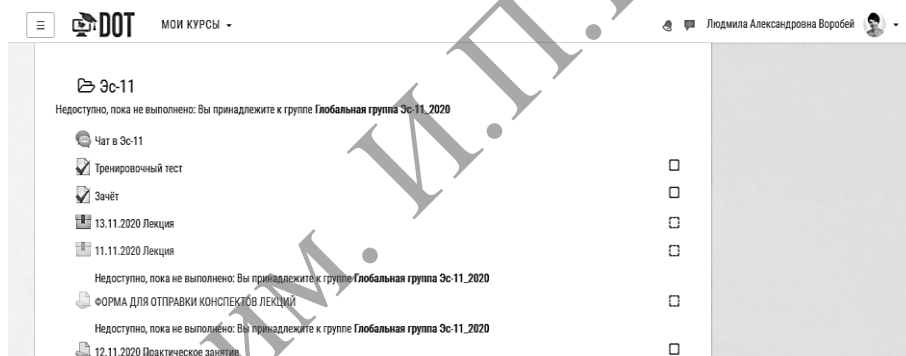
Л. А. ВОРОБЕЙ

УО БТЭУ ПК (г. Гомель, Беларусь)

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ

Высшее образование одно из первых ощутило на себе влияние пандемии COVID-19 и отреагировало переводом значительной части учебной деятельности в дистанционный режим. Использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательном процессе – состоявшийся факт нашей реальности.

Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации в кратчайшие сроки эффективно адаптировался к происходящим событиям и в полной мере сохранил свою работоспособность. В университете уже традиционно реализуется практически весь спектр интернет-возможностей: от взаимодействия с абитуриентами, учебной, научной и деловой кооперации, информирования о событиях и мероприятиях до внутренних целей. От размещения объявлений и расписания занятий до реализации учебного процесса и научных исследований посредством онлайн-технологий. Имеется многолетний опыт эффективной работы образовательного портала БТЭУ на платформе Moodle (Modular object-oriented dynamic learning environment).



Используя систему Moodle, преподаватель может создавать курсы, наполняя их содержимым в виде текстов лекций, файлов, презентаций, тестов, практических заданий для самостоятельной работы и т. п. В Moodle есть встроенная система аналитики, позволяющая формировать отчеты по активности на платформе. Например, фиксировать просмотры курсов, комментарии, входы и выходы. Кроме того, Moodle имеет большие коммуникационные возможности: обмен файлами, объявления, рассылки информации и многое другое. Студенты и преподаватели работают в электронных курсах согласно расписанию занятий. Задания для самостоятельной работы студенты выполняют в удобное для себя время и отправляют результаты преподавателю. Руководитель курса может оценить выполнение задания студентом и дать комментарии.

Накопленный опыт свидетельствует о том, что дистанционные технологии определённым образом вписываются в современные образовательные программы. Главное здесь – найти правильный баланс традиционного очного и дистанционного форматов. Преподаватели и студенты поняли, что онлайн-обучение хотя и имеет ряд преимуществ, все же не может полноценно заменить традиционное обучение в аудиториях университета. Отсутствие зрительного контакта, физического взаимодействия, мимики и жестов нарушает логику образовательного процесса. Кроме того, из-за невозможности полноценно отслеживать уровень самостоятельности выполняемых заданий студентами возникает риск снижения качества образования. Одновременно с онлайн-образованием теряется воспитательная функция высшей школы. Университет – это не только учеба, но и соревнование, социализация, стиль жизни, формирующий человека.

Н. В. ГОРЯЧУН

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

ЧТО ДОЛЖНО СОДЕРЖАТЬ «УМНОЕ ПОСОБИЕ» ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В ВУЗЕ?

Теория когнитивного (умственного) обучения выделяет шесть основных уровней познания:

1. Запоминание.
2. Понимание.
3. Применение.
4. Анализ.
5. Синтез.
6. Оценка.

Научиться сразу шестому, не пройдя последовательно первые пять, невозможно. Перескакивание через уровни не дает положительного эффекта при обучении.

Решение задач по физике – третий уровень познания. И если студент не овладел первыми двумя уровнями, то третий ему не освоить. Пытаясь научить решать задачи тех, кто не запомнил и не понял теоретический материал, мы каждый раз будем убеждаться, что это бесполезно.

В этой статье речь не о студентах, которые не хотят или не в состоянии постигать сложный материал, речь о тех, кто справился с первыми двумя уровнями познания и готов воспринимать третий.

Этот уровень требует следующих обязательных навыков:

- 1) знание физических понятий;
- 2) знание физических законов и границ их применимости;
- 3) умение пользоваться абстрактными математическими моделями вместо реальных физических объектов;
- 4) владение математическим аппаратом, позволяющим решить физическую задачу.

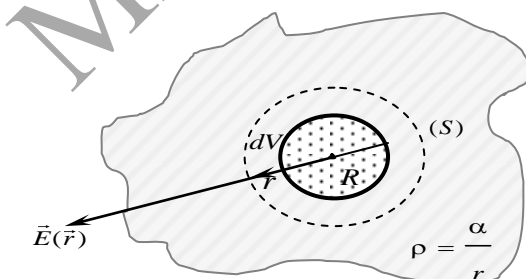
Но, кроме всего этого, надо еще владеть методикой решения задач, т. е. знать и уметь применять на практике ту последовательность действий, которая приведет к успеху. Вот эта последовательность правильных действий часто становится непреодолимой преградой для студентов, которые вроде и физическую теорию знают, и с математикой в ладу, но с чего начать решать задачу и что делать дальше – не могут определиться. В этом случае помогает «пошаговая инструкция» по решению задач, составленная преподавателем.

На кафедре физики БГУИР уже давно используют методические пособия с такой инструкцией. Эти пособия предназначены для самостоятельной работы студентов и очень помогли весной и осенью 2020 года, когда вуз вынужден был перейти на дистанционную форму обучения из-за коронавируса [1, 2].

Пособие построено как инструкция с короткими пояснениями и маленькими заданиями, выполняя которые последовательно, студент решает задачу и получает правильный ответ. Решив 3–4 задачи с инструкцией, ему будет уже гораздо легче самостоятельно решать задачи из сборника.

Такой подход значительно облегчает приобретение навыков решения задач и хорошо закрепляет алгоритм последовательных действий.

Ниже приводится пример решения задачи с «пошаговой инструкцией» из раздела «Электромагнетизм» курса общей физики.



Пример. Система состоит из шара радиусом R , заряженного равномерно, и окружающей среды, заполненной зарядом с объемной плотностью

$$\rho = \frac{\alpha}{r},$$

где α – постоянная, r – расстояние от центра шара. Найти заряд шара, при котором модуль напряженности электрического поля вне шара не зависит от r . Чему равна эта напряженность?

Пояснения

Теорема Гаусса для вектора \vec{E} :

$$\Phi_E = \oiint_{(S)} (\vec{E}, d\vec{S}) = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Обозначим заряд шара через q_1 . Заряженный шар и часть заряженного шарового слоя создадут вокруг себя электрическое поле.

Выберем точку вне шара и проведем через нее воображаемую гауссову поверхность (S) в виде сферы произвольного радиуса R .

Суммарный заряд, охватываемый этой поверхностью, состоит из заряда шара q_1 и части заряженной окружающей среды зарядом q_2 , вошедшей внутрь гауссовой поверхности (S).

Эту часть заряда рассчитаем по формуле

$$q_2 = \int_R^r \rho(r) dV,$$

где dV – объем шарового слоя, несущего заряд q_2 ($dV = 4\pi r^2 dr$).

Запишем теорему Гаусса для заряда q_1 и заряда q_2 . Рассчитав $E(r)$, увидим, чему должен быть равен заряд шара q_1 , чтобы напряженность поля вне шара не зависела от R .

Задания:

1. Найдите заряд шарового слоя среды q_2 , входящий внутрь выбранной гауссовой поверхности (S).
2. Найдите Φ_E через выбранную гауссову поверхность.
3. По теореме Гаусса найдите $E(r)$.
4. Найдите заряд шара, при котором модуль напряженности электрического поля вне шара не зависит от r .
5. Найдите напряженность электрического поля вне шара, удовлетворяющую условию задачи.

Ответ: $q_1 = 2\pi\alpha R^2$; $E = \frac{\alpha}{2\epsilon_0}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячун, Н. В. Практические задания по физике. Механика : пособие / Н. В. Горячун. – Минск : БГУИР, 2015.
2. Горячун, Н. В. Электromагнетизм. Задания для самостоятельной работы студентов : пособие / Н. В. Горячун. – Минск : БГУИР, 2019.

М. А. ГУНДИНА, Н. А. КОНДРАТЬЕВА, О. В. ЮХНОВСКАЯ
БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ WOLFRAM MATHEMATICA В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТА

Прогресс информационно-измерительной техники тесно связан с научно-техническим прогрессом. Современные технические задачи приводят к необходимости постановки новых измерительных задач, для решения которых нужны модифицированные средства измерений.

Научно-технический прогресс предъявляет и новые требования к информационно-измерительным системам. Необходима более высокая точность измерений, расширение диапазона измерений; увеличение производительности измерительных операций, автоматизация и роботизация технических процессов по причине возрастания числа выполняемых функций.

Применение информационных технологий в управлении качеством математической подготовки студентов учреждений высшего образования технического профиля также тесно связано с разработкой новых подходов к использованию информационно-измерительных систем. Появляется необходимость обработки визуальной и звуковой информации большого объема, а также использования проекционных технологий.

Wolfram Mathematica можно рассматривать как составляющую измерительных, статистических измерительных систем, систем автоматического контроля, систем технической диагностики, а также систем распознавания образов.

Компьютерная система Wolfram Mathematica позволяет автоматически обрабатывать данные, передавать их и использовать в различных системах управления. Она включает в себя совокупность вычислительных компонентов, функционирующих как единое целое.

С помощью этой системы возможно:

- получение информации о состоянии объекта;
- машинная обработка результатов измерений;
- преобразование этих данных в выходные сигналы системы и многое другое.

Применение подобных компьютерных систем позволяет решать с помощью информационно-измерительных систем спектр задач, не являющихся только измерительными. В частности, это могут быть задачи контроля качества математической подготовки студентов, распознавание образов с применением машинного обучения и др.

В системе Mathematica есть набор встроенных функций, позволяющих контролировать точность результатов изменений:

- N – числовая оценка с заданной точностью и точностью;
- PrecisionGoal, AccuracyGoal – точность и точность вычислений;
- WorkingPrecision – точность для использования внутри алгоритмов;
- Precision – относительная точность числа;
- Accuracy – абсолютная точность числа;
- Chop – установление достаточно маленьких чисел и устранение мнимой составляющей;
- SetPrecision, SetAccuracy – установление точности числа;
- \$MinPrecision, \$MaxPrecision – устанавливаемые глобальные границы точности;
- \$MaxExtraPrecision – максимальная дополнительная точность для использования внутри точных алгоритмов.

Встроенные алгоритмы системы Wolfram Mathematica позволяют не только анализировать информацию о времени, но и использовать ее в структуре алгоритмов:

- Time – время выполнения команды в ядре языка Wolfram Language;
- RepeatedTiming – среднее время на основе повторной оценки;
- AbsoluteTiming – общее время на настенных часах для выполнения команды.

Время, необходимое Wolfram Language для выполнения вычислений, является важной информацией, которая может помочь разработчику в написании эффективных программ (рисунок 1).

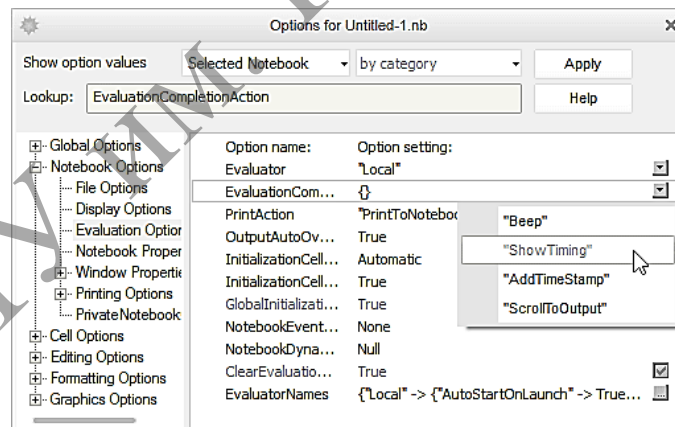


Рисунок 1. – Отображение времени, необходимого для вычисления

Для удобства можно отобразить время, затраченное на действия до последнего вычисления. В отличие от встроенных функций Timing и AbsoluteTiming, которые вычисляются ядром, значение, отображаемое в окне записной книжки, вычисляется внешним интерфейсом. Это измерение времени, прошедшего от начала вычисления до отображения результата.

При организации учебной и научно-исследовательской работы студентов могут быть использованы облачные технологии Wolfram Cloud, сочетающие в себе современный интерфейс ноутбука с производительным языком программирования. Среда WolframCloud позволяет с любого компьютера загружать приложение, созданное на языке WolframLanguage. Она используется для автоматического выполнения программ и непосредственного создания индивидуализированных мобильных приложений. В ней осуществляется контроль на всех этапах программирования и внедрения

приложения в учебный процесс. Команды, написанные в компьютерной системе Wolfram Mathematica, в считанные секунды могут быть загружены в виде сайта и предоставлены обучающемуся как независимое приложение. Здесь также важным в процессе создания электронных материалов контроля знаний является управление доступом к внутренней облачной инфраструктуре. Обучающийся, используя тестовые приложения, не имеет возможности открыть страницу в программе и посмотреть код, на котором оно написано.

Среда WolframCloud позволяет работать с приложением дистанционно на любом компьютере, требуя лишь одно условие – доступ в сеть Интернет.

Встроенная функция CloudDeploy преобразует команду в новый персональный облачный объект. Функция Delayed предоставляет выражение, вычисление которого задерживается до того момента, пока это не потребуется. Эта возможность позволяет генерировать при каждом обращении случайный набор тестовых заданий. Облачные объекты, определяемые как отложенные, будут вычисляться в момент запроса к этим данным. Для функции CloudObject может быть определено значение опции Permissions, которая задает уровень доступа для классов пользователей на выполнение операций. Доступ может быть организован для всех указанных пользователей, только для разработчиков или для разных классов обучающихся.

Гибкость данной компьютерной системы может заменить несколько традиционных систем измерения, что также увеличивает экономический эффект от ее применения. В то же время ее применение может значительно повысить производительность и достоверность контрольно-измерительных операций, что позволит повысить качество разрабатываемых образцов продукции.

Н. В. ГУЦКО

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

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ

Переход на использование компетентностной модели обучения, особенностями которой является формирование общих и профессиональных компетенций, а также переориентация содержания образования от «знаний» к «способам деятельности», ориентация на цели, значимые для сферы труда, приоритетное использование в оценке компетенций объективных методов диагностики деятельности, предполагает системные изменения [1]. Прежде всего, меняется содержание образования. При традиционной форме обучения содержанием образования являлись знания (информация о деятельности), которые закреплялись небольшим объемом практики, на котором осваивались умения. В новых условиях в основу положена деятельность, которая основывается на минимальном количестве теоретической информации, необходимой для реализации деятельности.

Реализация компетентностного подхода в образовании предполагает определенные алгоритмы деятельности. В частности, первым этапом в компетентностно-ориентированном образовательном процессе практического занятия является организация начала действий студентов по решению самостоятельно выбранной, а потому лично значимой и социально актуальной проблемы. Однако анализируя микроцели и задачи данного этапа сталкиваемся с рядом проблем. Первая из них – это организация начала деятельности по решению *самостоятельно выбранной проблемы*. Перед нами встал вопрос: «Возможен ли в рамках изучения дисциплин математического цикла произвольный выбор тематики практических занятий в рамках изучаемой темы (раздела) и несоблюдение строгой последовательности в практическом освоении изучаемого материала?»

В связи с чем, первым шагом в подготовке к практическим занятиям с нашей стороны стало проведение анализа содержания учебных дисциплин, читаемых на кафедре, которое было бы представимо в виде тем, характеризующихся относительно самостоятельными единицами содержания. Такой поиск оказался успешным. По дисциплинам «Математический анализ» и «Дифференциальные уравнения» имеются разделы, отвечающие данному требованию. Например, содержание раздела «Дифференциальные уравнения первого порядка» включает темы:

- *уравнения с разделенными и разделяющимися переменными;*
- *однородные уравнения;*
- *уравнения, приводящиеся к однородным уравнениям;*

- линейные уравнения первого порядка;
- уравнения Бернулли;
- уравнения в полных дифференциалах;
- интегрирующий множитель;
- дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной,

которые не взаимно связаны, они являются относительно самостоятельными единицами, что позволяет организовать их изучение в произвольном порядке, обеспечив тем самым самостоятельность выбора студентами тематики каждого практического занятия. Относительная их самостоятельность заключается лишь в том, что изучение темы «Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными» предусматривается на первом занятии в обязательном порядке, поскольку все изучаемые в последующем типы дифференциальных уравнений сводятся к решению дифференциальных уравнений либо с разделенными либо с разделяющимися переменными.

Исходя из обеспечения выполнения условия самостоятельного выбора студентами тематики занятий, приходим к следующей форме организации учебного процесса на практических занятиях по разделу «Дифференциальные уравнения первого порядка». Первое практическое занятие является опорным (вводным) с фиксированной тематикой «Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными». На этом занятии студентам выдается карта по изучаемому разделу, в которой указано количество часов, отводимое на изучение раздела, требования к освоению изучаемого раздела учебной дисциплины, форма итогового контроля по разделу, тематика занятий и таблица, отражающая индивидуальный ход работы каждого студента на практических занятиях (рисунок 1).

Ознакомившись с информацией, студент самостоятельно принимает решение: в какой последовательности он будет изучать темы данного раздела, фиксируя свой выбор в карте. В эту же карту в дальнейшем преподаватель вносит отметки о выполненной работе в ходе каждого занятия, замечания и рекомендации, фиксирует итоговый балл по результатам изучения раздела. Использование данной формы текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине способствует в последующем более корректному выставлению оценок текущей успеваемости, что является актуальным в связи с использованием модульно-рейтинговой системы оценки знаний.

Дисциплина	Дифференциальные уравнения	Дата		
Факультет	ФИ	Курс	1	Группа
Занятия	дидактические №1-8			КФ
Количество часов	16			
Раздел 1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА				
В результате изучения раздела студент должен:				
знать:	<ul style="list-style-type: none"> – основные типы уравнений разрешимые в квадратурах; – условия существования, единственности и устойчивости обычных дифференциальных уравнений; 			
уметь:	<ul style="list-style-type: none"> – находить общее решение уравнений первого порядка и исследовать решения задачи Коши; 			
владеть:	<ul style="list-style-type: none"> – методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка; – практическими навыками построения и анализа математических моделей физических процессов, описываемых дифференциальными уравнениями. 			
Тематика занятий				
<ul style="list-style-type: none"> «Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными» «Одночленные уравнения» «Линейные уравнения первого порядка» «Уравнения Бернулли» «Уравнения в полных дифференциалах» «Интегрирующий множитель» «Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной» 				
ХОД РАБОТЫ				
№ занятия	Тема занятия	Дата	Отметка о сдаче	Примечание
1.	Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными			
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.	Контрольная работа №1 «Дифференциальные уравнения первого порядка»			

Рисунок 1. – Карта по изучаемому разделу, отражающая индивидуальный ход работы студента

Таким образом, в начале компетентно-ориентированного практического занятия по дисциплине «Дифференциальные уравнения» осуществляется самоопределение обучающихся к выполнению той или иной образовательной деятельности, что позволяет перейти к следующим этапам работы, которые будут направлены на поиск информации под поставленную задачу, умение ее анализировать, применять полученные знания для решения проблем, самостоятельно делать выводы. Следует отметить, что успешное решение всех этих задач позволит обеспечить формирование ключевых профессиональных компетенций будущего специалиста, в частности, понимание проблемы, анализ, поиск решения, деятельность по решению проблемы и достижению результата [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурнашева, К. А. Особенности компетентно-ориентированного занятия : метод. указания / Авт.-сост. : К. А. Бурнашева, А. И. Мажута, Ю. Е. Янгутова. – Якутск : МПОП и РК РС(Я), 2013. – 72 с.
2. Ефремова, Н. Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание / Н. Ф. Ефремова. – М. : Нац. образование, 2012. – С. 24.

О. В. ДЕГТЯРЕВА

УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Обращение к задаче формирования профессиональной компетентности выпускников педагогического вуза в процессе их подготовки к работе учителем связано с требованиями современного общества к педагогу как профессионально компетентному специалисту, который способен не только творчески мыслить, но и находить нестандартные решения поставленной физической и (или) математической задачи, проявлять инициативу. Современный учитель физики уже на начальном этапе своей педагогической деятельности готов обучать учащихся самостоятельному поиску необходимой информации, проектной и исследовательской деятельности.

Образование, ориентированное только на получение теоретических знаний, означает в настоящее время ориентацию в прошлое. В изменяющемся мире система образования формирует такие новые качества выпускника вуза, как инициативность, инновационность, мобильность, конструктивность и т. д. Образовательный процесс, приоритетным направлением которого является освоение теоретическими знаниями, приведет в своем развитии к необходимости изменения учебного процесса в высших учебных заведениях. Формирование компетентностей будущего специалиста требует создания определенных учебных ситуаций, которые могут быть реализованы в специальных учебных средах, позволяющих преподавателю моделировать и осуществлять эффективный контроль над деятельностью обучаемого в этой модельной среде.

В рыночных условиях развития экономики помимо теоретических знаний оказались востребованными умения применять эти знания на практике.

Таким образом, образование не может быть практико-ориентированным без приобретения опыта деятельности, уровень которого более точно определяется методами компетентностного подхода. Вектор общеизвестного в дидактике деятельностного подхода направлен к организации процесса обучения, технологиям практико-ориентированного образования, где весь процесс обучения приобретает деятельностный характер. А компетентностный подход ориентирован, прежде всего, на достижение определенных результатов, приобретение значимых компетенций.

Многие современные исследователи соглашаются с тем, что компетенция ближе всего к понятию «знаю как», чем к полю «знаю что».

Существует несколько определений компетенции и компетентности:

Компетентность – интегральное качество личности, проявляющееся в способности и готовности ее к деятельности, основанной на знаниях и опыте, которые приобретены в процессе обучения и социализации и ориентированы на самостоятельную и успешную работу.

- компетентный (прил.) – имеющий адекватные навыки, необходимую квалификацию, эффективный в работе;

- компетентность и компетенция (сущ.) – сила, способность, умение (делать что-либо);

Ряд ученых (Л. И. Чурина, С. А. Федорченко) ставят знак равенства между данными понятиями и рассматривают их как квалификационные характеристики индивида, взятые в момент его включения в деятельность.

Известный социолог В. В. Лобанов под компетентностью понимает совокупность навыков, знаний, отношений и форм поведения отдельных лиц, которые можно наблюдать, измерять и оценивать. Далее он отмечает, что «...данный термин не следует путать с компетенцией, под которой понимают сферу ответственности должностного лица или государственного органа власти в определенной сфере деятельности».

Наиболее частыми определениями компетенции, используемыми в литературе, являются следующие трактовки этого понятия.

Компетенция – базовая характеристика человека, которая причинно связана с оцениваемым на основе критериев эффективным и/или наилучшим исполнением в работе или ситуациях вообще.

Компетенция – типичная и измеряемая модель поведения, знаний и навыков, способствующих наивысшей эффективности работы.

Таким образом, под компетенцией следует понимать знания, умения и опыт, необходимые для решения теоретических и практических задач. Под компетентностью – выраженную способность применять свои знания и умения.

В рамках компетентностного подхода существуют методы при проведении отбора специалистов на ту или иную должность. Среди них в качестве основных можно выделить следующие приемы:

- интервью по компетенциям;
- изучение кандидата с использованием психологических методик;
- анализ результатов в деловой игре;
- разработка и представление проекта;
- испытание действием (создание проблемной ситуации).

При современном уровне развития науки и технологий все большую актуальность приобретает концепция инновационного образования. Суть ее заключается в анализе целей, функций, противоречий и способов совершенствования существующей системы профессионального обучения.

Его принципы:

- сохранение и развитие творческого потенциала личности студента – будущего педагога;
- формирование мировоззрения, основанного на многокритериальности решений, терпимости к инакомыслию, нравственной ответственности за свои действия;
- развитие междисциплинарных связей, формирование системы обобщенных понятий;
- гармоничность, системность интеллектуальной деятельности.

В отечественной практике кадровой работы с выпускниками высших учебных заведений ориентиром служат квалификационные характеристики выпускника по соответствующей специальности.

Современные кадровые технологии в сфере образования предполагают, что для каждой компетенции можно выделить поведенческие индикаторы, представляющие собой стандарты поведения, которые наблюдаются в действиях человека, обладающего конкретной компетенцией. Также считается возможным составить модель компетенции для каждой должности.

Применение компетентностного подхода к управлению кадрами в сфере образования дает ряд преимуществ, таких, например, как:

- оценка претендентов на должность по единой для всех модели компетенций позволяет проводить адекватное сравнение кандидатов на ту или иную должность на основе степени выраженности у них конкретных компетенций;
- определение степени развития ключевых компетенций у учителя естественнонаучного профиля и при необходимости проводить дополнительное обучение;
- возможность построения эффективной системы дальнейшего обучения (повышения квалификации) на основе желаемой и реальной выраженности той или иной компетентности у конкретного учителя.

Область применения модели компетентностного подхода включает в себя введение в должность, оценку деятельности (подготовка, переподготовка, повышение квалификации), управление результатами, планирование дальнейшей карьеры, организация кадровой работы и оценка выполнения работы (отбор).

Подводя итог, важно подчеркнуть то, что данная модель позволяет, во-первых, создать систему отбора и планирования дальнейшего обучения учителя физики, ориентированную на развитие у него нужных качеств и знаний, умений и навыков, и, во-вторых, проводить оценку его достижений в соответствии с выбранными стандартами на протяжении всего периода его педагогической деятельности.

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

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КВАЛИМЕТРИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ ФИЗИКИ

Обеспечение высокого уровня подготовки современного специалиста в вузе является комплексной проблемой, которую, на наш взгляд, нельзя решить без внедрения в современный образовательный процесс инновационных образовательных технологий. Имеющийся у авторов опыт применения модульно-рейтинговой технологии организации учебного процесса показывает, что данная технология обеспечивает повышение качества аудиторной и самостоятельной работы студентов в течение семестра, а также объективность итоговых оценок по учебной дисциплине за счет их формирования на основе многократных испытаний с использованием рейтинговых технологий. Квалиметрия учебной работы студентов в рамках реализации в учебном процессе модульно-рейтинговой системы осуществляется авторами в ходе текущего, промежуточного и итогового контролей [1, 2].

Формами текущего контроля, который проводится на каждом практическом и лабораторном занятии, являются устные опросы, тестовые задания или контрольные работы. Промежуточный контроль осуществляется по учебному материалу модуля дисциплины и проводится по окончании его изучения в заранее установленное время. Итоговый контроль обычно производится на экзамене в период сессии. Как отмечалось ранее, при этом виде контроля используется модульно-рейтинговая оценка знаний студентов. Учитываются результаты текущего и промежуточного контроля по практическим и лабораторным занятиям, которые отражаются в ведомости модульно-рейтингового учета учебной деятельности студента. Итоговая оценка по учебной дисциплине определяется как среднее набранных баллов с учетом взвешивающих коэффициентов.

В данном исследовании был проведен анализ промежуточного контроля при подготовке студентов к экзамену по дисциплине «Физика». Было проанализировано 267 ответов на тестовые задания, проведенные за три учебных года. Промежуточный контроль обычно осуществлялся за один-два дня до проведения экзамена. Студентам выдавались 40 тестовых заданий по вариантам, время тестирования ограничивалось 45 минутами. Тестовые задания были представлены следующими типами вопросов: «один из многих» и «многие из многих».

По итогам проведенного исследования были построены диаграммы зависимости количества правильных ответов студентов от всего количества заданий и в соответствии с разделами физики.

На диаграмме 1 представлено сравнение результатов итоговых опросов студентов за семестр в виде доли (в процентах) работ с определенным количеством правильных ответов от общего числа работ с разбивкой по учебным годам. Среднее количество правильных ответов составляет: 24 в 2018/2019 учебном году, 26 в 2019/2020 учебном году и 25 в 2020/2021 учебном году. Максимальное количество правильных ответов составляет 35 в 2018/2019 учебном году, 37 в 2019/2020 учебном году, 39 в 2020/2021 учебном году.



Диаграмма 1

Минимальное количество правильных ответов составляет 12 в 2018/2019 учебном году, 13 в 2019/2020 учебном году, 14 в 2020/2021 учебном году. Наиболее часто встречающееся количество правильных ответов составляет 28 и 22 в 2018/2019 учебном году, 27 в 2019/2020 учебном году, 22 в 2020/2021 учебном году.

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

Цифрами 1–6 обозначены изучаемые разделы физики: 1 – механика, 2 – молекулярная физика и термодинамика, 3 – электричество и магнетизм, 4 – колебания и волны, 5 – оптика, 6 – физика атома и ядра. Из анализа диаграммы следует, что наименьшее количество правильных ответов студенты дают по разделу «Электричество и магнетизм», а наибольшее количество по разделу «Механика», что, вероятнее всего, обусловлено сокращением программы курса физика и существенному снижению количества часов на проработку тем на практических занятиях.

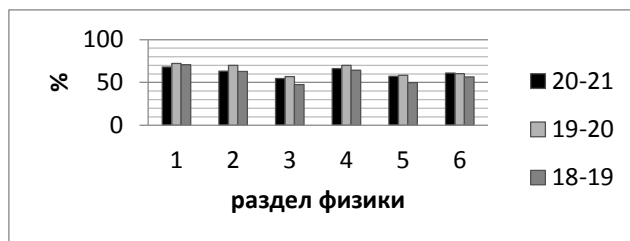


Диаграмма 2

Анализ сложности тестовых заданий показал, что наиболее «сложным» вопросом, т. е. на который было дано меньше всего правильных ответов в 2018/2019 учебном году, являлся следующий: «Назовите физическую величину, определяемую произведением массы движущегося тела на скорость ($p = mv$)». Самыми «простыми», т. е. на которые было дано максимальное количество правильных ответов, оказались задания: «Как называется устройство, представляющее собой катушку цилиндрической формы из проволоки, витки которой намотаны в одном направлении?» и «Дайте название движению, при котором тело перемещается около своего положения равновесия, отклоняясь от него то в одну, то в другую сторону».

Самыми «сложными» заданиями соответственно в 2019/2020 учебном году и в 2020/2021 учебном году явились: «Выделите третий постулат Бора (условие частот)» и «Чему равна разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ равномерно заряженного бесконечного цилиндра между двумя точками, лежащими на расстояниях больше радиуса цилиндра?». Наиболее «простыми» явились задания: «Назовите физическую величину, характеризующую движение и измеряемую отношением пути ко времени, за которое пройден этот путь» и «Формулировка какого закона представлена ниже: тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению?».

После проверки проведенного тестирования студентам персонально давались рекомендации по дальнейшей подготовке к экзамену, а именно по каким разделам физики необходимо закрепить изученный материал.

Итоги проведенного анализа позволяют обратить внимание на наиболее сложные вопросы с точки зрения студентов и уделить особое внимание рассмотрению данных моментов на лекционных и практических занятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деликатная, И. О. Текущее и итоговое диагностирование компетенций студентов вузов / И. О. Деликатная, Е. И. Доценко, М. В. Буй // Проблемы современного образования в техническом вузе : материалы V Респ. науч.-метод. конф. / Гомел. гос. техн. ун-т. им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ, 2017. – С. 34–36.

2. Деликатная, И. О. Анализ эффективности оценки знаний студентов по дисциплине «Физика» на практических занятиях / И. О. Деликатная [и др.] // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы X Юбилейной Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 27–30 марта 2018 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: Е. М. Овсюк (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2018. – С. 12–13.

Н. В. ДУДАРЕВА, Е. А. УТЮМОВА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет» (г. Екатеринбург, Россия)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕЙС-МЕТОДА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Система высшего профессионального образования претерпевает существенные изменения, обусловленные требованиями быстроменяющегося рынка труда выпускников. Основная цель обучения в высшем учебном заведении – создание условий для продуктивного личностно-профессионального развития будущего специалиста, способного адаптироваться к изменяющимся условиям труда и жизни, к саморазвитию, самоопределению и самообразованию. Обязательной составляющей подготовки студентов является реализация компетентностного подхода. С точки зрения компетентностного подхода к высшему образованию для реализации обозначенных целей применяются инновационные педагогические технологии, активные и интерактивные методы: практика моделирования, проектирования, деловые игры, различные варианты семинаров, тренингов. Одним из инновационных, эффективных методов обучения, реализующих требования ФГОС, является метод кейс-технологии или метод учебных конкретных ситуаций.

Кейс-метод (case study) (от англ. case – случай) – техника обучения, направленная на погружение студента в профессиональный дискурс, применяющая описание и совместный разбор возможных реальных ситуаций в их будущей профессиональной деятельности.

В процессе обучения с использованием кейс-метода студент самостоятельно вынужден принимать решения и обосновать его. Метод учебных конкретных ситуаций стал применяться еще в начале XX в. в области права и медицины. Большое распространение этот прием обучения получил в Гарварде, где были разработаны первые кейсовые ситуации для обучения студентов по бизнес-дисциплинам. Идею кейс-движения поддерживают и развивают многие отечественные ученые: Ю. Д. Красовский, В. Я. Платов, Д. А. Поспелов [3], В. Д. Киселев [3], А. А. Золотарев [2], С. Р. Мугаллимова [4], А. М. Явлова, Л. А. Осипова [5], Н. В. Дударева, Т. А. Унегова [1] и др. Однако, по мнению С. Р. Мугаллимовой, проблема разработки кейсов по математике остается недостаточно изученной. Кейсы, используемые в процессе обучения студентов, имеют прикладной характер, а содержание математических дисциплин фундаментально. С. Р. Мугаллимова [5] выделила особенности кейсов по математике, которые отличаются от кейсов, применяемых в процессе обучения будущих бизнесменов:

- кейсы не обязательно должны иметь ситуативный характер;
- кейсы по математике должны отражать характерные особенности математической деятельности: математическое моделирование рассматриваемой ситуации, преобразование информации при помощи математических знаков и схем, проведение индуктивных и дедуктивных рассуждений и доказательств, отсутствие плюрализма в процессе решения математической проблемы;
- при разработке кейс-заданий по математике нужно использовать контекст, который будет связующим звеном между отдельными заданиями прикладного характера;
- комплекс заданий в кейсе должен быть подобран с учетом определенной таксономии с повышением уровня сложности заданий, например, задания на знание, умение, применение, анализ, синтез, оценку математического факта;
- кейс-задание должно обладать эвристическим потенциалом, иметь недостающие, лишние или противоречивые данные;
- желательно для кейс-заданий по математике разработать шкалу оценки выполненных заданий.

Приведем пример кейс-задания, разработанного в соответствии с рекомендациями С. Р. Мугаллимовой [5] по теме «Теория множеств». Кейс-задание было применено при обучении будущих социологов в области образования и работы с молодежью.

В начале учебного года для 100 учащихся пятых классов, были предложены занятия в городских спортивных секциях шахмат и плавания. В конце первой четверти руководство школы решило оценить востребованность секций, для этого ученикам предложили ответить на вопросы следующей анкеты, разработанной в гугл-формах.

Укажите, какую из спортивных секций вы посещаете:

- шахматы;
- плавание;
- не посещаю спортивную секцию.

К сожалению, разработчики анкеты предусмотрели не все возможные варианты ответов и при этом разрешили давать только один ответ на каждый вопрос, поэтому некоторые ученики, ответы которых не удовлетворяли предложенным вариантам, проходили анкету повторно.

1. Какие варианты ответов с вашей точки зрения не предусмотрели разработчики анкеты?

2. Пусть U – множество всех учащихся пятых классов; A – множество школьников, посещающих секцию шахмат; B – множество школьников, посещающих секцию плавания. Опишите на языке «теории множеств» следующие множества:

- множество учащихся 5 классов, посещающих только шахматы;
- множество школьников 5 классов, посещающих обе секции;
- множество школьников 5 классов, не посещающих школьные спортивные секции;
- множество школьников 5 классов, посещающих хотя бы одну секцию.

Можете ли теперь уточнить варианты ответов на первый вопрос анкеты для проведения новых исследований?

3. Руководство школы для подготовки отчета запросило срочные ответы на несколько вопросов, при этом нет времени для проведения повторного опроса учащихся по уточненной анкете. Дайте ответы администрации школы по поставленным вопросам, если при обработке ответов на первый вопрос анкеты был получен следующие результаты:

Посещают шахматы 62 человека, посещают плавание 51 человек, не посещают спортивные секции 15 человек. Сколько человек посещают обе секции, только секцию шахмат, только секцию плавания?

4. Как решить задачу для двух множеств в общем виде? Сформулируйте задачу и предложите формулу для вычисления.

Работа с разработанным кейс-заданием в мини-группах позволила организовать не только усвоение математического аппарата изучаемой темы, но и формировать необходимые личностные и профессиональные качества будущего учителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дударева, Н. В. Методические аспекты использования метода «case study» при обучении математике в школе / Н. В. Дударева, Т. А. Унегова // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 8. – С. 242–246.

2. Золотарев, А. А. Кейс-метод: особенности разработки и реализации (методические рекомендации) / А. А. Золотарев – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та управления и экономики, 2012. – 48 с.

3. Киселёв, В. Д. Как написать авторский проектный социально-экономический кейс в формате кейс-кейс. – Методика и сборник деловых игр. / В. Д. Киселёв. – М. : КТК «Галактика», 2018. – 320 с.

4. Мугаллимова, С. Р. Методика разработки учебных кейс-заданий для будущих учителей математики / С. Р. Мугаллимова // Вестник Сургутского гос. пед. ун-та. – 2018. – № 1 (52). – С. 71–77.

5. Явлова, А. М. Метод кейсов как метод интерактивного обучения на уроках математики / А. М. Явлова, Л. А. Осипова // Информационно-коммуникационные технологии в пед. образовании. – 2019. – № 3 (60). – С. 88–90.

Л. П. ЖАРИХИНА, Л. В. ДУШЕИНА

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ КООРДИНАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ

Основу инженерной подготовки в военных и технических вузах, как известно, составляют высшая математика и физика. Очевидна необходимость такой подготовки высококвалифицированных специалистов в области естественных и технических наук, способных к самостоятельному развитию, совершенствованию и добыванию новых знаний, их применения к решению технических и практических задач [1].

От качества полученных в вузе знаний в конечном итоге зависит личностный рост офицера, повышение уровня боеспособности частей и соединений армии, что определяет независимость и безопасность нашей страны.

Изучение математики начинается в первом семестре первого курса и заканчивается в третьем семестре второго курса. Курс физики начинается во втором семестре первого курса и заканчивается в третьем семестре второго курса. Поэтому высшая математика как бы подготавливает курсантов к восприятию теоретических разделов курса физики и поэтому играет определяющую роль в их изучении [2].

В курсе физики аппарат высшей математики используется практически во всех разделах, поэтому в ВА РБ курс высшей математики в первом семестре начинают с параллельного изучения основ линейной алгебры и аналитической геометрии и математического анализа. Благодаря этому становится возможным полноценное применение векторной алгебры при изучении разделов курса физики: «механика», «электричество и магнетизм», так как в средней школе даются лишь ее азы. Курсанты должны уметь определять знак проекции вектора (например, скорости или силы) на выбранное направление движения, уметь складывать, вычитать векторы, умножать вектор на число. Одной из самых распространенных задач в механике является задача на нахождение равнодействующей множества сил, действующих на тело. Умение определять направление результирующего вектора векторного произведения позволит курсантам определить направление моментов силы, импульса, магнитной индукции, сил Ампера и Лоренца, то есть правильно решить базовые задачи курса физики.

Приведем пример использования векторной алгебры при решении задач в электростатике.

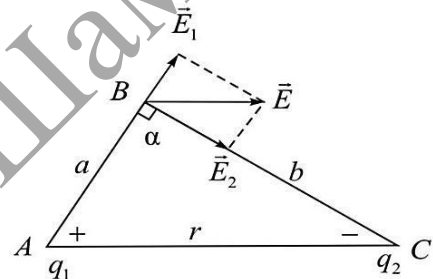
Задача. Два точечных заряда $q_1 = 7,5 \text{ нКл}$ и $q_2 = -14,7 \text{ нКл}$ расположены на расстоянии $r = 5 \text{ см}$. Найти напряженность E электрического поля в точке, находящейся на расстояниях $a = 3 \text{ см}$ от положительного заряда и $b = 4 \text{ см}$ от отрицательного заряда.

Решение. Длины сторон треугольника ABC b , r и a удовлетворяют теореме Пифагора $r^2 = a^2 + b^2$ и угол $\alpha = 90^\circ$. Согласно принципу суперпозиции полей, результирующая напряженность в точке C :

$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$, где \vec{E}_1 – напряженность, создаваемая положительным зарядом q_1 , \vec{E}_2 – напряженность, создаваемая отрицательным зарядом q_2 . По правилу сложения двух взаимно перпендикулярных векторов в скалярном виде $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$.

Так как $E_1 = \frac{|q_1|}{4\pi\epsilon_0\epsilon a^2}$, $E_2 = \frac{|q_2|}{4\pi\epsilon_0\epsilon b^2}$, то $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \sqrt{\frac{q_1^2}{a^4} + \frac{q_2^2}{b^4}} = 112 \text{ кВ/м}$.

Ответ: 112 кВ/м.



Минимальное знакомство с матричным исчислением, являющимся основой линейной алгебры, позволяет решать задачи динамики твердого тела. Разделы линейной алгебры, в которые входят вычисление различных определителей, нужны в физике для расчета электрических полей постоянного тока по правилам Кирхгофа, а также определения момента силы и ее координат.

Высшая математика используется и в других разделах курса физики. Вкратце приведем эти разделы, а также укажем методы высшей математики, используемые в них. В курсе физики комплексные числа, которые по математике изучаются в конце первого семестра, используются только в квантовой механике при решении задачи о рассмотрении движения свободной частицы и частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме. Но умение работать с ними обязательно понадобится курсантам при изучении электротехники и ряда специальных предметов. Приведем пример.

Задача. Работа электрической цепи характеризуется комплексной передаточной функцией $K(j\omega)$ действительной переменной ω . Найти модуль $K(j\omega)$, если она задана формулой:

$$K(j\omega) = \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}, \text{ где } C > 0, \omega > 0, R > 0 - \text{параметры цепи.}$$

Решение: $|K(j\omega)| = \left| \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} \right| = \frac{\left| \frac{1}{j\omega C} \right|}{\left| Rj\omega C + 1 \right|} = \frac{\left| \frac{1}{j\omega C} \right|}{\left| Rj\omega C + 1 \right| \left| \frac{1}{j\omega C} \right|} = \frac{1}{|1 + j\omega CR|} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}}$.

Ответ: $\frac{1}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}}$.

Элементы математического анализа, в частности, умение находить производные и интегралы используются практически во всех разделах физики, начиная с классической механики и заканчивая квантовой.

Дифференциальные уравнения встречаются в физике при решении задач по механическим, электромагнитным колебаниям и при решении уравнения Шредингера в квантовой механике. Умение решать однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения позволяет более детально исследовать физические процессы, происходящие в колебательных системах при затухающих и вынужденных колебаниях.

Теория вероятностей применяется в физике при изучении молекулярной физики, классических и квантовых статистик (Больцмана, Максвелла, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна).

Изучая абстрактные математические модели в курсе высшей математики, курсанты, к сожалению, зачастую затрудняются в их применении к решению физических задач. Трудности возникают в связи с использованием других, «нефизических», обозначений, курсанты не узнают знакомые формулы или не видят за ними реальных физических процессов. Вероятно, при изучении высшей математики преподавателям следует уделять по возможности больше внимания физическому смыслу рассматриваемых понятий. Кафедрам физики и высшей математики следует постоянно поддерживать тесное сотрудничество друг с другом с целью обеспечения качественного и приближенного к реальности математического и физического образования. В настоящее время это становится одной из самых важных задач, решаемых в технических вузах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошелева, А. О. Формирование «личностного профиля» будущего военного специалиста в условиях модернизации образования / А. О. Кошелева, Д. В. Шепетько // Образование и общество. – 2009. – № 2. – С.7–10.

2. Душеина, Л. В. О некоторых проблемах повышения качества знаний по высшей математике и физике курсантов Военной академии Республики Беларусь / Л. В. Душеина, Л. П. Жарихина // Фундаментальная наука и образовательная практика: материалы XI Респ. науч.-метод. семинара «Актуальные проблемы современного естествознания», Минск, 3 дек. 2020 г. / редкол.: В. А. Гайсенюк (пред.) [и др.]. – Минск: РИВШ, 2020. – С. 35–39.

С. И. ЗЕНЬКО

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

О ДИАГНОСТИЧЕСКОМ ИНСТРУМЕНТАРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНЯТИЙНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

При реализации методической системы подготовки будущих учителей информатики в университете на основе деятельностно-семантического подхода [2] важной составляющей является формирование у них понятийной компетенции. Речь идет о владении студентами знаниями и умениями, связанными с распознаванием сущности понятий информатики и грамотным (научно-методически обоснованным) их использованием при решении различных профессиональных задач [1].

Для определения уровня сформированности понятийной компетенции у будущих учителей информатики нами разработан диагностический инструментарий. Он включает три блока: теоретический, учебный и практический.

Теоретический блок связан с оцениванием у будущих учителей информатики знаний, связанных с распознаванием сущности понятий школьной информатики. Данный блок включает диагностическое тестирование, задания на разработку денотатных графов основных понятий урока [3], задания на построения семантической сети понятий темы [3] и др.

Диагностическое тестирование разработано по вопросам общей методики обучения учащихся информатике, а также по вопросам частных методик обучения информатике в контексте шести содержательных линий: «Информация и информационные процессы», «Аппаратное и программное обеспечение компьютеров», «Основы алгоритмизации и программирования», «Компьютерные информационные технологии», «Основы информационного моделирования» и «Коммуникационные

технологии». Структура диагностического теста предполагает задания, представленные по пяти группам: 1) задания на *конструирование определений понятий темы* – студентам необходимо для указанных понятий составить нужную цепочку из множества отдельных фрагментов (при этом количество приведенных фрагментов избыточно); 2) задания на *восстановление определений понятий* – студентам надо дописать в определениях для указанных понятий пропущенные ключевые смыслообразующие фрагменты; 3) задания на *узнавание понятий по формулировкам их определений* – студентам требуется по приведенным формулировкам определений осмыслить, о каких конкретно понятиях из школьной информатики идет речь и указать их; 4) задания на *установление соответствий между понятиями и их определениями* – студентам надо внимательно изучить представленные формулировки определений (или содержание указанных примеров) и соотнести их с указанными понятиями; 5) задания на *исправление ошибок, допущенных учащимися при разъяснении сущности понятий* – студентам предложены примеры ошибочных высказываний учащихся, в которых школьники дают объяснение или приводят определения отдельных понятий темы; студентам надо установить, в чем сущность ошибок (по возможности указать и из-за чего они возникли), а также сформулировать правильные определения.

Учебный блок связан с оцениванием сформированности у будущих учителей информатики умений отражать сущность понятий школьной информатики при выполнении учебно-методических заданий по разработке дидактических материалов различного характера в рамках учебной дисциплины «Методика преподавания информатики». Данный блок включает: прохождение учебно-методических квестов; разбор и анализ квазиучебных ситуаций; работу с дидактическими и диагностическими материалами для учащихся [6–8]; подготовку учебных материалов для проведения уроков с учащимися как на базе учреждения образования (в классе), так и вне его (удаленно) исходя из эпидемиологической ситуации и др.

Практический блок связан с оцениванием комплексного грамотного использования будущими учителями информатики имеющихся у них знаний и умений в процессе взаимодействия с учащимися во время различных практик в учреждениях общего среднего образования. Данный блок включает: изучение деятельности учителя по обучению учащихся понятиям информатики [4]; разработку конспектов уроков и проведение уроков информатики различного типа; подготовку стендового доклада из опыта проведения урока [5] и др.

Разработанный диагностический инструментарий успешно используется при работе с будущими учителями информатики на базе физико-математического факультета БГПУ им. М. Танка, физико-инженерного факультета МГПУ им. И. П. Шамякина, механико-математического факультета БГУ и факультета математики и информатики ГрГУ им. Я. Купалы. Как показал педагогический эксперимент, представленные разработки позволяют эффективно осуществлять как формирование, так и оценку сформированности понятийной компетенции у студентов. Также статистическая и качественная обработка результатов эксперимента, даёт возможность утверждать, что вышеуказанные разработки способствуют успешной реализации методической системы подготовки будущих учителей информатики в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенько, С. И. Деятельностно-семантический подход к профессиональной направленности формирования понятийной компетенции учителя информатики в педагогическом университете / С. И. Зенько // Весці Бел. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2018. – № 4. – С. 61–71.
2. Зенько, С. И. Деятельностно-семантический подход как условие повышения эффективности методической подготовки будущего учителя информатики / С. И. Зенько // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2017. – С. 49–56.
3. Зенько, С. И. Дневник педагогической практики по информатике / С. И. Зенько, С. В. Вабищевич, С. Л. Глухарева. – Минск : БГПУ, 2019. – 72 с.
4. Зенько, С. И. Дневник преддипломной практики по информатике / С. И. Зенько, С. В. Вабищевич, С. Л. Глухарева. – Минск: БГПУ, 2019. – 72 с.
5. Зенько, С. И. Стендовый доклад как средство осмысленного представления результатов учебно-методической деятельности будущими учителями информатики во время педагогической практики [Электронный ресурс] / С. И. Зенько // Электронные библиотеки. – 2019. – Т. 22. – № 6. – С. 583–588. – Режим доступа: <https://elbib.ru/article/view/538/613>. – Дата доступа: 03.03.2021.

6. Информатика. 10–11 классы. Дидактические и диагностические материалы : пособие для учителей учреждений общ. среднего образования с бел. и рус. языками обучения / С. И. Зенько [и др.]; под ред. С. И. Зенько. – Мозырь : Выснова, 2020. – 231 с.

7. Информатика. 6–7 классы. Дидактические и диагностические материалы : пособие для учителей учреждений общего среднего образования с бел. и рус. языками обучения / С. И. Зенько [и др.]; под ред. С. И. Зенько. – Мозырь : Выснова, 2018. – 171 с.

8. Информатика. 8–9 классы. Дидактические и диагностические материалы : пособие для учителей учреждений общ. среднего образования с бел. и рус. языками обучения / С. И. Зенько [и др.]; под ред. С. И. Зенько. – Мозырь : Выснова, 2018. – 191 с.

И. А. ИВАЩЕНКО

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА»

Решение задач по физике в подавляющем большинстве случаев требует графического сопровождения: рисунков, схем, графиков. Графический материал, необходимый в решении традиционных задач, часто является вспомогательным, позволяющим проиллюстрировать, визуализировать ход решения, помочь в понимании физической сути задачи и нахождении искомых величин.

Например, в задачах на динамику поступательного и вращательного движения, механические колебания требуется строгий рисунок, на котором изображаются вектора сил, ускорений, скоростей, моментов сил и т. д., поясняются геометрические параметры. Аналогичное требуется и при решении задач по темам «Электростатика» и «Магнетизм». В кинематических задачах рисунки чаще схематичные; или же это графики зависимости кинематических величин от времени. Изображения электрических схем неотъемлемы от решения задач на постоянный и переменный ток, электромагнитные колебания. Решение оптических задач (геометрическая, волновая, квантовая оптика) также не может обойтись без соответствующих рисунков, схем, графиков. Этот список можно продолжить, говоря о задачах из всех разделов курса физики.

Особый тип задач в физике представляют собой так называемые расчетно-графические задания. В них графическая часть является самоцелью, а расчетная часть чаще служит средством получения графического результата.

Расчетно-графические задания являются одним из видов самостоятельной работы обучающихся, способом актуализации теоретических знаний, практических умений и приобретения навыков, необходимых для освоения общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Целями расчетно-графических заданий в курсе физики являются усвоение и закрепление знаний теоретического материала, применение его к решению практических задач; привитие инженерно-технических навыков, необходимых в будущей профессиональной и научной деятельности, когда графические модели являются обязательным средством представления или получения результатов как теоретических, так и экспериментальных работ.

В программе курса физики УО «Военная академия Республики Беларусь» для курсантов, обучающихся по инженерным специальностям, предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР), включающей задания по разделам «Динамика вращательного движения», «Механические колебания и волны», «Молекулярная физика и термодинамика».

На кафедре физики разработан практикум [1], содержащий варианты заданий РГР и примеры их выполнения. К заданиям разработаны индивидуальные бланки, позволяющие оптимизировать выполнение курсантами РГР и ее проверку преподавателями.

В частности, курсантам предлагается традиционное для раздела «Молекулярная физика» задание на газовые законы. Разработана методика поэтапного выполнения задания, позволяющая курсантам изучить и закрепить знания законов для изопроцессов в идеальном газе, приобрести умения изображать графики этих процессов в различных координатах.

Бланк задания каждого варианта включает исходные данные: график цикла и значения термодинамических параметров в начальной точке (начальном состоянии) в относительных единицах.

<p>Вариант 1</p> <p>Дано: $p_1 = p_0; \rho_1 = \rho_0, m = \text{const.}$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Проанализировать процессы на всех участках цикла и описать соответствующие процессы в таблице 1. 2) Записать значения параметров во всех состояниях в таблицу 2. 3) Изобразить графики цикла в координатах (p, T), (p, V), (T, ρ), соблюдая масштаб. 	
--	--

Методика выполнения задания состоит в следующем.

1) Заполнив таблицу 1 («таблицу законов»), проанализировать процессы на каждом участке цикла: указать вид, постоянный параметр и название процесса, название и формулу закона, формулу для расчета параметра, который не присутствует на осях исходного графика.

Таблица 1

Участок цикла	Постоянный параметр	Название изопроцесса	Название закона	Закон для данного участка цикла	Формула для расчета давления
1→2	$T = \text{const}$	изотермический	Бойля – Мариотта	$p_1V_1 = p_2V_2$	$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2}$
...
5→1	$p_1 = \frac{p_5T_1}{T_5}$

2) В таблицу 2 («таблицу состояний») записать значения параметров в точках 1–5 цикла в относительных единицах. Сначала определяются два параметра из исходного графика, третий параметр рассчитывается по формуле из последнего столбца таблицы 1.

Таблица 2

Состояние газа (номер)	Абсолютная температура T	Объем V	Давление p	Плотность ρ
1	T_0	V_0	p_0	ρ_0
...

3) Далее выполнить более сложную часть задания – определить плотность газа в каждой точке, для него рекомендуется провести анализ уравнения состояния идеального газа и функциональную зависимость плотности от различных параметров в изопроцессах.

4) В качестве самоконтроля правильности выполненных расчетов сравнить значение параметра, вычисленное по формуле из нижней правой ячейки таблицы 1 (для точки 1), с заданным исходным значением этого параметра. Аналогичный итог должен получиться и для плотности газа.

5) Используя значения термодинамических параметров идеального газа во всех точках (состояниях) из таблицы 2, изобразить графики цикла в требуемых осях. Наибольшую сложность вызывает график зависимости плотности от температуры, правильное изображение которого оценивается в наивысший балл.

Обращается внимание на правильность изображения на графиках участков цикла с прямой (продолжение линий должно пересекать начало координат) и обратной пропорциональностью величин (гиперболы).

Таким образом, в процессе самостоятельного выполнения представленного задания изучаются и закрепляются знания законов идеального газа, приобретаются умения изображать графики изопроцессов в различных координатных осях в относительных единицах.

Фиксируется внимание на понимании математической зависимости между физическими величинами в расчетной формуле, отражении ее на графиках в различных осях координат, тренируется способность анализировать исходные данные и результаты расчетов.

Задание выполняет контролирующие и обучающие функции, содействует повышению эффективности использования учебного времени, в том числе и на самоподготовке, прививает навыки систематизации знаний, построения методики пошагового решения научной или технической задачи и наглядного представления результатов ее решения, развивает образное, творческое мышление обучающихся.

Придерживаясь представленной методики, курсанты достаточно быстро и верно выполняют расчетно-графическое задание, что поднимает их самооценку, способствует мотивированной самостоятельной работе, в том числе и при выполнении более сложных заданий.

ЛИТЕРАТУРА

Физика. Расчетно-графические работы : практикум / И. А. Иващенко [и др.]; под ред. И. А. Иващенко. – Минск : ВА РБ, 2016. – 29 с.

В. В. ИГНАТЕНКО, Е. В. ТЕРЕШКО
УО БГТУ (г. Минск, Беларусь)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ

На данном этапе развития общества меняются цели и задачи, стоящие перед высшим образованием. Научно-технический прогресс предъявляет повышенные требования к качеству подготовки специалистов, которые в своей работе все чаще сталкиваются с задачами, требующими, кроме профессиональной подготовки, знания методов обработки результатов наблюдений, планирования эксперимента, математических методов моделирования и оптимизации. Все это требует фундаментального математического образования инженеров. Преподавание математики на современном этапе нужно вести в соответствии со сложившимися условиями.

Поиски новых путей работы со студентами особенно актуальны на младших курсах, поскольку общеобразовательные дисциплины с точки зрения студента не всегда напрямую связаны с выбранной специальностью. Первокурсники не всегда представляют себе свою будущую специальность, не понимают, где и как могут работать по окончании выбранного ими факультета или ВУЗа.

Отсюда и вечный вопрос: зачем нам математика, физика и т. д.? Ответ на этот вопрос приходит только на старших курсах или вообще на работе, при условии, что работают по специальности. Поэтому задача преподавателя математики – научить студента мыслить аналитически и логически, понимать суть математических и физических задач. Перед студентами необходимо раскрыть внутренние связи между понятиями математики, показать ее в движении, в многочисленных связях с практикой. Известный математик, член-корреспондент АН СССР Л.Д. Кудрявцев писал: «...изучение математики как никакой другой науки приучает учащегося работать систематически, последовательно и настойчиво: если не освоен предшествующий раздел, то, как правило, в математике нельзя разобратся в последующем» [1].

Очень важно заинтересовать студентов к изучению читаемой дисциплины. Один из эффективных способов повышения интереса студентов к изучению естественнонаучных дисциплин сообщить студентам (как бы, между прочим) интересные сведения из истории математики и физики, рассказать о людях науки, выдающихся инженерах. Кроме общего расширения мировоззрения, это может помочь и в понимании некоторых математических и физических вопросов. Поделимся некоторыми моментами из личной практики.

Так, при изучении комплексных чисел, я кратко в течение 3–4 минут рассказываю историю развития чисел, рассказываю, что арабские цифры изобрели вовсе не арабы, а индусы (всегда вызывает удивление). Показываю, что, используя тригонометрическую запись комплексного числа, через три точки, не лежащих на одной прямой, проходит бесчисленное множество плоскостей.

При изучении экстремума функции в качестве примера решаем следующую простейшую задачу: Из квадрата жести со стороной a вырезают по углам четыре равных квадратика и стороны листа, по линиям выреза, загибают вверх под углом 90° . В результате получился ящик, открытый сверху.

Вопрос: каковы должны быть размеры сторон вырезаемых квадратиков, чтобы объем полученного ящика был максимальный? Решаем, получаем, что размеры вырезаемых сторон должны быть равны $a/6$. После чего перечисляются некоторые практические задачи, которые решаются аналогично.

При изучении дифференциальных уравнений упоминается явление флаттера (флаттер – незатухающие упругие колебания частей самолета, возникающие в полете в результате аэродинамических воздействий, если скорость полета достигает некоторой критической скорости флаттера), ведущее к разрушению самолета и его решение с помощью дифференциальных уравнений. А также вкратце даётся биография М. В. Келдыша, под руководством которого эта проблема была решена.

Особый интерес вызывают реальные производственные задачи будущей специальности, решаемые с помощью математических моделей. Например, перед тем как читать линейное программирование, первоначально рассматриваются реальные производственные задачи будущей специальности, которые решаются методами линейного программирования и для одной или двух строятся их математические модели.

В лесной промышленности очень важной проблемой являются задачи оптимального раскроя материалов. При лесозаготовках – это задача оптимальной раскряжевки хлыстов (хлыст – это ствол спиленного дерева без сучьев) на сортименты [1]. От ее решения зависит эффективность производства, которая применительно к конкретным условиям может оцениваться максимальным объемным выходом целевого сортимента, максимальной стоимостью выпиливаемых сортиментов и другими критериями.

На деревообрабатывающих предприятиях распространена следующая задача. Пусть из стандартных листов фанеры при производстве шкафов, брусков, при выпуске оконных рам и других изделий нужно вырезать m видов заготовок, в количествах b_1, b_2, \dots, b_m соответственно. Раскрой производится n способами. Нужно рассчитать, сколько и каким способом нужно раскроить листов (брусков), чтобы заказ был выполнен, а суммарные отходы были минимальными.

Задача оптимальной загрузки оборудования. Пусть цех имеет m различных станков и выпускает n видов продукции. Затраты времени каждого станка на единицу продукции каждого вида и стоимость от реализации единицы продукции каждого вида известны. Нужно составить такой план выпуска продукции, чтобы прибыль от её реализации была максимальной.

Задача оптимизации грузопотоков древесины (транспортная задача). Пусть в леспромхозе приняты к освоению m лесосек A_1, A_2, \dots, A_m с объемами древесины a_1, a_2, \dots, a_m соответственно. Заготовленную древесину используют n предприятий B_1, B_2, \dots, B_n с объемами переработки b_1, b_2, \dots, b_n соответственно. Известны стоимости перевозки 1 м^3 древесины с каждой лесосеки на каждое предприятие. Нужно составить такую схему перевозок, чтобы вся древесина с лесосек была вывезена, а суммарные транспортные расходы были минимальными.

Рассматриваются задача оптимального использования ресурсов и задача оптимизации автопарка лесовозных машин. И только после этого излагается математическая теория линейного программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев, Л. Д. Избранные труды. Мысли о современной математике и ее преподавании / Л. Д. Кудрявцев. – М. : Физматлит, 2008. – 434 с.
2. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок : учеб. пособие / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск : 2004. – 178 с.

С. В. ИГНАТОВИЧ, М. И. ЕФРЕМОВА
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Дифференциальные уравнения в силу их широкого практического применения занимают одно из центральных мест в системе подготовки учителей математики и информатики. Дисциплина «Дифференциальные уравнения», изучаемая студентами специальности 1-02 05 01 «Математика и информатика» физико-инженерного факультета УО МГПУ имени И. П. Шамякина в шестом семестре,

предполагает знание студентами элементов дифференциального и интегрального исчисления, элементов линейной алгебры, что непосредственно обуславливает тесную связь данной дисциплины с такими учебными дисциплинами, как «Математический анализ» и «Аналитическая геометрия и линейная алгебра». Она составляет математическую основу общей и теоретической физики и специальных дисциплин, читаемых на кафедрах. В процессе ее изучения у студентов вырабатываются навыки построения математических моделей простейших физических явлений и процессов, происходящих в окружающем мире, а также умения и навыки аналитического и численного решения математических задач.

Каждая из дисциплин учебного плана специальности вносит определенный вклад в формирование компетенций выпускника. Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к базовым дисциплинам математического и естественнонаучного цикла. Согласно образовательному стандарту высшего образования по специальности 1-02 05 01 «Математика и информатика», дисциплина «Дифференциальные уравнения» должна способствовать развитию следующих компетенций [1].

Требования к академическим компетенциям специалиста:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических практических задач.

АК-2. Владеть методами научно-педагогического исследования.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста:

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста.

Обучающая деятельность:

ПК-1. Управлять учебно-познавательной деятельностью обучающихся.

ПК-2. Использовать оптимальные методы, формы и средства обучения.

ПК-3. Организовывать и проводить учебные занятия различных видов и форм.

ПК-4. Организовывать самостоятельную работу обучающихся.

Ценностно-ориентированная деятельность:

ПК-17. Осуществлять профессиональное самообразование и самовоспитание с целью совершенствования профессиональной деятельности.

Наиболее эффективно компетенции будущего специалиста формируются в образовательном процессе вуза посредством технологий, способствующих вовлечению студентов в поиск и применение знаний, а также приобретение опыта самостоятельного решения разнообразных задач. Важную роль в формировании указанных компетенций играет управляемая самостоятельная работа студентов, так как первоочередная задача разработки современных методик обучения высших учебных заведений, направленных на подготовку высококвалифицированных специалистов, состоит в подготовке учителя-профессионала, способного учиться самому, чтобы эффективно обучать и воспитывать других в непрерывно и стремительно обновляющейся информационной среде.

Согласно учебным планам учреждения высшего образования (рег. № 174 от 12.07.2013 и рег. № 371 от 03.05.2019) специальности 1-02 05 01 «Математика и информатика», на управляемую самостоятельную работу отводится шесть часов. Нами вынесены следующие темы для проведения этих занятий:

1. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.

2. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений n -го порядка, допускающих понижение порядка.

3. Интегрирование линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений n -го порядка.

На занятии студенты получают задания по соответствующей теме. Например, по первой теме каждый из студентов получает индивидуальную карточку, содержащую задания следующего плана.

1. Проинтегрировать уравнение $(xy^2 + x)dx + (y - x^2y)dy = 0$.
2. Найти общее решение уравнения $y' = \frac{y^2}{x^2} - 2$.
3. Решить уравнение $x^2y' + xy + 1 = 0$.
4. Проинтегрировать уравнение $(2e^y - x)y' = 1$ и выделить интегральную кривую, проходящую через точку $(0; 0)$.
5. Найти общий интеграл уравнения $y' + 2y = y^2e^x$.
6. Проверить, что данное уравнение является уравнением в полных дифференциалах, и решить его: $(3x^2 + 6xy^2)dx + (6x^2y + 4y^3)dy = 0$.
7. Решить уравнение с помощью интегрирующего множителя или с помощью замены переменных: $ydx - (4x^2y + x)dx = 0$.
8. Найти решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее поставленным начальным условиям: $xy' - 2y = 2x^4, y(1) = 2$.
9. Решить задачу Коши: $xy' + y = y^2 \ln x, y(1) = 1$.
10. Построить интегральную кривую, соответствующую частному решению данного дифференциального уравнения при заданных условиях:

$$y' - \frac{2x}{1+x^2}y = 0, y(1) = 2.$$

Перед выполнением заданий студентам объявляются критерии оценки самостоятельной работы, которые делятся на три уровня. Первый уровень (4–6 баллов): выполнены полностью или частично 4–6 заданий из 10 предложенных. Второй уровень (7–8 баллов): выполнены полностью или частично 7–8 заданий из 10 предложенных. Третий уровень (9–10 баллов): выполнены полностью или частично 9–10 заданий из 10 предложенных.

Каждый из студентов получает возможность сориентироваться и выбрать для себя соответствующие задания и их количество, что способствует более осознанному подходу к выполнению работы, критической оценке своих знаний и умений.

Подводя итог, хотим отметить, что, на наш взгляд, одна из главных задач проведения управляемой самостоятельной работы студентов состоит, прежде всего, в систематизации теоретических знаний и формировании практических умений и навыков, в том, чтобы этот процесс был наиболее полноценным, интересным и увлекательным для студентов. Поэтому важно для проведения таких занятий подбирать задания, которые соответствуют, прежде всего, тематике работы и уровню студентов, способствуют закреплению теоретических знаний, практических умений и навыков, содействуют формированию профессиональных компетенций будущих специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

Образовательный стандарт высшего образования. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-02 05 01. Квалификация Преподаватель: ОСВО 1-02 05 01–2013. – Введ. постановлением Министерства образования Респ. Беларусь 30.08.2013 № 87. – Минск : М-во образования Респ. Беларусь, 2013. – 29 с.

CAO ZEYA

(China, Meishan)

TRAINING AND EDUCATION IN CHINA: THE PAST AND THE PRESENT

The history of China can be traced back to 5,000 years ago, while Education being consisted as a major part in the social and political systems is also evolved alongside it from the traditional obsolescence to a modern platform.

The aim of this article is to find the major leap development as well as driven causes analyzed in the Pedagogical section from the year of 1949 – when People’s Republic of China was newly founded to Century 21.

The modern history of Chinese Education has been progressed into 4 phases since 1949:

I: (1949~1956) China, a newly founded republic country started to survive and develop after the World War II. This was the period for China to criticize the Thought of John Dewey and demolish the

educational system of Bourgeoisie derived from Western World, meanwhile Russian educational and scientific strategies were introduced to China. A sharp turnaround in education was incurred overall from western style to Russian.

II: (1956~1966) The most influenced incident during this phase was called “Education Revolution” in 1958. The key point of this policy was to encourage work-study spirit, and education can be combined with production work. Schools were socially connected with factories and farms, students partially studied at school, partially worked in different locations. A trial test was even held at universities to combine class teaching, industry manufacturing and scientific research. This was another turnaround in the educational system which could be interpreted as a symbol of leadership’s unique ideology. It was the first time for China to strive for “Socialization of Chinese Education”, tuning educational subjects from “Foreign Reference” to “Domestic Innovation”.

III: (1966~1976) The Culture Revolution led education development to a massive destruction. This was a period of stagnant suspension lasting for ten years.

IV: (1977~ 2020) Chinese Education entered into a new era since China opened its door to the world in 1978. Generally, school subjects’ construction had been developed and reinforced, academic viewpoints were generated to a multifold stage with a broader helicopter horizon, international exchanges were gradually intensified and modern system of school faculties & subjects was in form. China Education System slid into a self-innovation period with the due respect on the appearance of meta-analysis research. This is the period from agonizing revival to flourish prosperity and academic independence ever through the China Education history.

Followed by aforesaid content, a clear partition for Past and Present in Chinese Education is 1977, this is also the baseline reference in this article.

Hence, huge changes in the past and present on education could be simply illustrated in the below table :

	1950	2018	2020
Average lifetime in education	1.6 year	10.6 year	
Pre-school enrollment	0.40 %	81.70 %	
Primary school enrollment	20 %	99.95 %	
Junior middle school enrollment	3.10 %	95 %	
High middle school enrollment	1.10 %	91.2 %	
University Graduates	21 k	7.7 million	
Undergraduate institutions	193		2,740
Vocational schools	1,086		1,482
Social study institutions	n/a		265

The major driven causes were defined and attributed to the below points:

1. Social system reformed: China as a newly founded republic country since 1949 performed a fundamental reorganization in the education sector. Primary educational facilities and systems had been recovered, which led to an extreme outstanding result on the secondary schooling population in 1965 increased by 4 times of primary school students of 116 million and 7 times of middle school students of 14.32 million compared with 1949.

2. Economy recovery: poverty and high birth rate are usually connected to illiteracy. In the first 15 years after the independence, another major contribution to the society was to largely and drastically develop the national economy. Decreasing the poverty rate became a same important task as lowering illiteracy. 103 million illiterates disappeared consequentially by 1965.

3. Policy reinforcement: “Promotion of Compulsory Primary Education” was officially written into the Constitution of the People’s Republic of China in 1982. It is the first time since the founding of new China that primary compulsory education should be popularized in our country in the form of constitution, which has become the fundamental principle of popularizing primary compulsory education. Moreover, a new policy

of “Nine Year Compulsory Education” was also implemented into the “Law of Compulsory Education” promulgated in 1986 which further secured legal protection on this strategy. The achievement is obvious that the population coverage rate of the “Nine Year Plan” regions in China had reached 85 %, and the illiteracy rate of young and middle-aged people had dropped to less than 5 % by the end of 2000 ; China fully popularized nine-year compulsory education and basically eliminate illiteracy among young and middle-aged people by 2011.

4. Financial investment: China's fiscal expenditure on education was 86.7 billion RMB in 1993, accounting for 2.67 % of GDP; the national financial expenditure on education broke through 4 trillion RMB in 2019 marked the peak time ever in the history, accounting for 4.04 % of GDP in that year. Given the fact that compulsory education is free, and the consolidation rate of nine-year compulsory education has reached 95.2 %; the gross enrollment rate of high school has reached 91.2 %; more students can go to universities, and the gross enrollment rate of higher education has reached 54.5 %.

As time goes by, the new target of modern Chinese Education has been determined in the new century based on lots of achievements made in the past 40 years – “In Pursuit of Impartiality and Quality in Education”. The whole strategy has entered up to a higher level when popularity of education has been realized, then the purpose of education will evolve into the topic that how the system can improve the educational quality and sculpture as many talents as possible. One example is a pedagogical support and supervision system introduced to the middle school focused on the gifted students, and key characteristics are illustrated as below:

1. Gifted children will be screened in the secondary schooling during their study. Potential candidates will be monitored into the watch-list by the local school. Tailor-made courses have to be accomplished by the gifted in order to test if they are qualified to a next higher level than other students. This is the first step of talent selection.

2. Direct Transfer Plan: the gifted students will be transferred to designated universities in a further customized training and educational program under the professional pedagogical supervision. Normally not every university has this privilege to adopt the gifted, but only few institutions officially authorized by central government can.

3. Life-time plan: the gifted students have to pass the universal courses when they are in the universities at an earlier age than their counterparts, then one or several specially recommended subjects are to be applied into their study. Meanwhile, the gifted students have their rights to decide what more they are to study or when they are to graduate. In general cases, these gifted students don't need to worry about a job to make a living because they are already reserved by the directed industry in which they will dedicate themselves to make a difference.

In summary, the pedagogical development has been seen obviously through the aforesaid facts and analysis, and China will continue to devote herself in the section of education for a better situation with spirits of self-discipline, self-enhancement, and innovation.

References:

1. 《QILU Culture Dictionary》 – Shandong Education Press, Jun.1989
2. 《My Pedagogic Creed》 John Dewey
3. Dictionary of Management (Volume I and Volume II) – Shanghai Dictionary Press Dec.2013
4. 《China Education Daily》 Sep.26,2019
5. <http://www.gov.cn>
6. <http://www.stats.gov.cn>

С. И. КЛИНЦЕВИЧ, Е. Я. ЛУКАШИК, А. К. ПАШКО

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ИНТЕРАКТИВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ УЧЕБНЫЕ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ДЛЯ Z-ПОКОЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Серьёзные математические модели в медицине и биологии впервые появились в середине XX века и связаны с работами в области электрофизиологии учёных Алана Ходжкина и Эндрю Хаксли, получившим впоследствии Нобелевскую премию. А. Ходжкину и Э. Хаксли впервые удалось провести

точное измерение электрических потенциалов на аксоне кальмара и на их основе построить математическую модель клеточного электрогенеза. За последнее столетие по мере усовершенствования измерительной аппаратуры и повышения точности измерений математическое моделирование стало применяться все шире в области биомедицины. Это связано с тем, что математические модели не требуют дорогостоящего оборудования и проведения большого количества экспериментов на животных. Кроме того, в настоящее время появилась возможность моделирования многих физиологических процессов путём проведения вычислительных экспериментов.

Весьма перспективным направлением вычислительной медицины представляется компьютерная реализация виртуальных хирургических операций и предсказания их последствий. Например, численное моделирование операции дробления почечных камней (литотрипсия с использованием ультразвуковых, электромагнитных волн или электрического разряда). Цели вычислительной литотрипсии – подбор оптимальных параметров работы дробильного аппарата таким образом, чтобы осколки дробления могли естественным путём выводиться из организма. Другой пример – микрохирургия глаза, где требуется с высокой точностью рассчитать величину импульсного лазерного или ультразвукового воздействия на помутневший хрусталик глаза с целью его разрушения, свести до минимума воздействие акустического импульса на сетчатку глаза, определить оптимальные режимы вымывания из передней камеры глаза осколков помутневшего хрусталика.

Таким образом, компьютерные расчётные модели приходят в медицинскую практику сегодняшнего дня. Поэтому одной из задач курса медицинской и биологической физики (МиБФ) является обучение основам математического моделирования. Однако при решении данной задачи приходится сталкиваться с определёнными объективными трудностями. Одной из проблем является недостаточная математическая подготовка нынешних абитуриентов, поступающих в медицинские вузы. Классические методы высшей математики, которые на протяжении прошлого столетия изучались в медицинских вузах на первых курсах, сегодня исключены из оптимизированных и практико-ориентированных учебных программ. Это обстоятельство сужает поле возможностей вузовского преподавателя при рассмотрении учебных математических моделей. Так, например, в рамках курса МиБФ фрагментарно изучается математическое моделирование. Традиционно данная задача решается путём рассмотрения некоторых наиболее удачных и простых классических моделей. Изучение таких моделей обычно ведётся на уровне объяснения существующих логических схем и их математического описания в виде готовых уравнений различной сложности, многие из которых не имеют аналитического решения [1–3]. Такой подход имеет существенные недостатки. Одним из минусов «бумажной» модели является её статичность и отсутствие интерактивного элемента. Кроме того, такое обучение не является эффективным, так как в нём отсутствует важнейший этап имитационного моделирования явления, когда варьируются и оптимизируются параметры модели, проигрываются различные сценарии и осуществляется прогнозирование.

Преподаватели кафедры медицинской и биологической физики, проанализировав недостатки существующих методик, разработали методический подход, ориентированный на Z-поколение студентов. Сущность подхода заключается в использовании современных компьютерных сред для моделирования, которые позволяют осуществлять имитационное динамическое моделирование. Другой особенностью нашей методики является применение образовательной платформы Moodle, которая включает в себя инструментарий для организации интерактивного обучения и дистанционного взаимодействия в системе «преподаватель – ученик».

Рассмотрим пример изучения математической модели распространения инфекционных заболеваний. Актуальность моделирования данного явления связана с последними событиями распространения инфекции COVID-19, которая приобрела масштабы пандемии. Любая математическая модель включает в себя наряду с математическими уравнениями целый ряд параметров, значения которых заранее неизвестны. Параметры модели подбираются путём подгонки на основе имеющихся данных наблюдений или экспериментов. В этом отношении в ситуации с пандемией коронавируса исследователь находится в благоприятной ситуации – Всемирная Организация Здравоохранения ежедневно публикует подробную статистику по числу заболеваний и выздоровлений, а также смертности.

Большинство математических моделей распространения инфекционных заболеваний (МРИЗ) относится к классу SIR-моделей, согласно которым все население некоторого региона можно разделить на три категории: а) здоровые люди, восприимчивые к заболеванию, «Susceptible»; б) носители инфекции, инфекционные больные «Infectious»; в) люди, переболевшие инфекционным заболеванием и более к нему невосприимчивые «Recovered».

При построении математической модели исходим из следующих допущений: а) численность S-людей, которые восприимчивы к данной инфекции, уменьшается за счёт того, что заболевшие из категории S переходят в категорию больных I; б) скорость убыли категории S прямо пропорциональна числу контактов между носителями инфекции и людьми, восприимчивыми к данной инфекции: $dS/dt = -\alpha SI$, где α – некоторый коэффициент, определяющий вероятность заболевания при контакте неинфицированного человека с носителем инфекции; в) категория I инфицированных людей, с одной стороны, увеличивается за счёт притока людей из категории S, с другой стороны, с течением времени происходит уменьшение категории I за счёт выздоровления людей и приобретения ими иммунитета; таким образом, скорость изменения численности категории I математически может быть выражена дифференциальным уравнением: $dI/dt = \alpha SI - \beta I$, где α – некоторый коэффициент, определяющий процесс выздоровления инфицированных; г) с течением времени категория R (получившие иммунитет в результате болезни и умершие вследствие инфекции) увеличивается со скоростью: $dR/dt = \beta I$. На основе рассмотренных допущений формулируется система из простых дифференциальных уравнений, решения которых $I(t)$, $S(t)$ и $R(t)$ находятся методами численной математики.

В качестве программной среды для решения системы дифференциальных уравнений нами выбран пакет математического проектирования MathCad. Работа студентов с моделью включает такие этапы: 1) изучение теории модели; 2) математическую формулировку задачи; 3) выбор метода решения; 4) разработку алгоритма численного решения; 5) подбор параметров модели на основе данных ВОЗ; 6) расчёты и анализ полученных решений; 7) формулировку выводов и создание отчёта.

Проект МРИЗ оформлен в виде лабораторной работы с текстовой документацией по модели, набором вариантов индивидуальных заданий, бланка отчёта для оформления результатов численного моделирования, образцов отчёта. Кроме того, имеется набор видеофайлов, демонстрирующих конкретные приёмы работы в среде MathCad по созданию интерактивного документа, в котором реализован алгоритм задачи. Задания для лабораторных работ и результаты их выполнения размещаются на платформе Moodle УО ГрГМУ [4].

Опыт применения предлагаемой методики показал её эффективность по сравнению с традиционной бескомпьютерной моделью. Важно, что в процесс обучения вносится исследовательский элемент и тем самым повышается мотивированность студентов к изучению математического моделирования. Кроме того, данный подход в обучении позволяет легко проецировать методику не только на аудиторные формы обучения, но и на дистанционное обучение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник для мед. спец. вузов. 2-е изд. испр. / А. Н. Ремизов. – М. : Высш. шк., 1996. – 608 с.
2. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика : учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
3. Омельченко, В. П. Медицинская информатика : учеб. / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 528 с.
4. Клинецвич, С. И. Формирование электронного обучающего контента для дистанционного обучения с использованием среды Moodle / С. И. Клинецвич, И. М. Бертель, В. Н. Хильманович / Перспективы развития высшей школы : материалы X Междунар. научн.-метод. конф. / редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 268–270.

С. И. КЛИНЕЦВИЧ, В. Н. ХИЛЬМАНОВИЧ, И. М. БЕРТЕЛЬ
УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

УЧЁТ ДЕРИВАЦИИ В КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДИКАХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕРАКТИВНЫХ СРЕД ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

В последнее время специалисты высшей школы столкнулись с одной важной проблемой: что необходимо изменить в классических методиках обучения, чтобы эффективно учить так называемое «Z-поколение» молодых людей. Википедия определяет Z-поколение «... как поколение людей, родившихся в 1996–2017 годах». Поэтому с рождения в обиход Z-поколения вошли не только персональные компьютеры, ноутбуки, планшеты, смартфоны, но и Интернет со всеми популярными сервисами, со своими плюсами и минусами. Новое поколение не может себе представить мира, в котором нет доступа к сети Internet.

Поколение Z живёт в фиджитал-мире, где не существует барьеров между физическим и виртуальным миром. Термин «Фиджитал» (от англ. phygital, соединение слов physical и digital) обозначает объединение коммуникаций на стыке цифрового и физического пространств.

Для Z-поколения характерно стремление подчеркнуть свою уникальность. Поэтому все Z-ты имеют аккаунты в социальных сетях. По их мнению, «прописка» в Internet-сообществах персонализирует их как индивидуальность и личность, позволяет Z-ам заявить на весь мир о своём персональном бренде.

Z-поколение – некомуникабельное в реальном мире поколение. Несмотря на то, что у Z-тов много виртуальных друзей, им не хватает живого общения.

Поколение Z не умеет ждать и строить долгосрочные планы. Они росли в бонусной атмосфере, где регулярно поощрялись самые небольшие достижения. У Z-тов огромное количество малозначущих медалей, грамот и других наград. Поэтому они всегда ожидают при выполнении какой-либо работы заслуженных, по их мнению, призов и бонусов.

Представители Z-поколения практичны, но они не готовы браться за задачи, если не понимают, что и зачем они делают и как это влияет на конечный результат их обучения.

Установлено, что только 12,5 % представителей поколения Z воспринимают информацию с бумажных носителей. Поколение Z окончательно перешло на клиповое мышление и не готово воспринимать новую информацию, которая излагается долго и подробно.

Современные студенты не приемлют в обучении подходов, связанных с необходимостью механического запоминания больших массивов информации. Для них классические лекции являются неинтересными и неактуальными.

Сегодня Z-ты не приемлют подхода в обучении, связанного с необходимостью запоминания информации, которая, по их мнению, находится на расстоянии одного клика компьютерной мышкой. Однако известно, что в интернете информация хотя и содержится в изобилии, но она хаотична и не структурирована, часто носит обтекаемый характер и не содержит ответа на конкретные запросы. Проблема здесь как раз в изобилии информации. Выбор полезной информации требует серьёзного анализа предлагаемого материала, наличия глубоких знаний экспертного уровня, которыми сегодня обладает учитель.

Попытка применить проверенные практикой классические дидактические методы в современных условиях требует внесения в эти методики поправок, которые учитывают деривацию в сознании Z-ов.

Z-поколение необходимо учить мыслить логически, уметь критически анализировать Internet-материал. Обучение должно быть ориентировано на практику, на умение применить знания, умения и навыки в жизни. Пассивные классические методики обучения должны повсеместно вытесняться активными моделями обучения с использованием компьютерных сред.

На кафедре медицинской и биологической физики УО ГрГМУ преподавание физико-математических дисциплин осуществляется по гибридной методике [1, 2], которая сочетает в себе аудиторные занятия с элементами дистанционного образования и самостоятельной работы студентов. Платформой для организации учебного процесса является образовательная компьютерная среда Moodle. Коллективом кафедры разработаны электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК) практически по всем учебным дисциплинам [3]. В ЭУМК включены как классические материалы (учебные пособия, презентации, инструкции по выполнению лабораторно-практических заданий), так и интерактивные Moodle-задания: лекции, форумы, опросы, тесты и т. д.

При разработке дидактических материалов, предназначенных для обучения Z-студентов, нами учитывается как содержание учебного материала, так формы его подачи. Имеющийся некоторый опыт работы с цифровым поколением студентов позволил нам сформулировать следующие методические правила:

1. В обучении следует выстраивать коммуникацию через социальные сети и видеостриминговые сервисы.

2. Использовать предельно краткую формулировку учебных заданий в 20–25 слов с пошаговыми инструкциями (например, постановка задания на выполнение лабораторной/практической работы и последовательность действий по их выполнению).

3. При необходимости многократных разъяснений учебного материала использовать реализацию задачи в трекере (примером такого трекер-задания является Moodle-лекция).

4. Применять разделение сложных или абстрактных задач на более мелкие и реально выполнимые в обозримые сроки.

5. Устанавливать дедлайны на задания (дедлайн – крайний срок для выполнения задания). Фиксация чётких сроков выполнения заданий помогает поколению Z бороться с прокрастинацией (прокрастинация – склонность откладывать важные дела на потом).

6. Уметь наладить коммуникацию со студентами – это значит уметь говорить на их языке – сегодня это язык emoji (эмодзи – значки или небольшие картинки, которые показывают эмоции, используются при текстовом общении, аналог смайликов).

7. Использовать методы коллективной работы, которые дают возможность студентам почувствовать свою причастность к коллективу и полезность команде.

8. Разработать систему поощрений в виде бонусов при достижении в обучении определённых результатов.

9. Преподавателю необходимо следить за трендами, своевременно модернизировать методики обучения и не упускать шанса подчеркнуть свою продвинутость.

Анализ успеваемости и опросы студентов показали, что использование интерактивных гибридных технологий повышает эффективность образовательного процесса. Сочетание аудиторной и дистанционной форм в обучении позволяет рационально планировать и использовать учебное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Curtis J. Bonk. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs / Curtis J. Bonk, Charles R. Graham // Pfeifer. – 2006. – 585 p.

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

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

А. В. КОПЫЦКИЙ, В. Н. ХИЛЬМАНОВИЧ

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ МНОЖЕСТВА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ВЫБОРКАХ ОГРАНИЧЕННОГО ОБЪЁМА

Одним из важных разделов математической статистики является регрессионный анализ. В рамках данного раздела изучается связь между одной переменной (так называемым откликом или зависимой переменной) и некоторой функцией (например, взвешенной суммой) от других переменных (так называемых предикторов, независимых переменных или регрессоров). Знание математической функции, связывающей зависимую переменную со значениями предикторов, позволяет решить ряд задач:

1. Предсказать зависимую переменную при произвольной комбинации независимых переменных, то есть решить задачу прогнозирования.

2. Содержательно объяснить наблюдаемую закономерность, то есть найти логическое обоснование данной связи.

3. Определить силу влияния каждого регрессора на зависимую переменную, то есть выяснить роль каждого фактора в их взаимном воздействии на зависимую переменную.

Таким образом, регрессионные модели являются довольно мощным инструментом в современном научном знании в силу своей универсальности. Их построение, то есть определение математической функции связи отклика и предикторов, в наше время легко выполняется при помощи ЭВМ и соответствующих программ. Помимо регрессионного моделирования в современной статистической обработке данных для отыскания связей между переменными используются и другие подходы, предполагающие интенсивные компьютерные вычисления. Эти подходы принято называть методами машинного обучения, и к ним традиционно относят: метод опорных векторов, метод ближайших соседей, методы построения деревьев классификации, нейронные сети, бустинг, байесовскую сеть и др. При определённых условиях качества классификации и точности предсказания

перечисленных методов будут лучше, чем у регрессионных моделей. Но, в отличие от последних, методы машинного обучения не дают ясной логической интерпретации обнаруженных связей между переменными. Поэтому модели регрессии широко используются именно в научном знании во множестве областей: в медицинской науке, биологии, экологии, экономике, психологии, физике и т. д. – там, где требуется логическое объяснение наблюдаемых закономерностей.

При большом количестве переменных, которые могут быть включены в модель, отбор статистически значимо связанных с откликом предикторов проводится методами пошагового включения или исключения переменных. Однако эти методы не могут быть использованы при числе переменных сравнимым с объёмом выборки или меньше его. Во многих руководствах по статистике указывается, что для проведения регрессионного анализа объём выборки должен быть больше числа переменных в 5–10 раз [1].

Зачастую при проведении исследований в области медицины и биологии исследователь измеряет большое количество показателей у ограниченного числа изучаемых объектов. Например, в медицине у пациента это могут быть одновременно характеристики общего и биохимического анализа крови, её аминокислотный состав и т. д. Но количество пациентов при этом ограничено (что часто встречается на разведочных и пилотных стадиях медицинских исследований). В таком случае невозможно провести регрессионный анализ пошаговым методом и исследователь вынужден искать способы построения моделей с ограниченным числом предикторов. Одним из таких способов является метод компьютеризированного прямого перебора всех возможных сочетаний из n переменных по m . Данный метод имеет свои преимущества и недостатки. Главной проблемой данного метода является большое количество всех возможных сочетаний, ведущее к экспоненциальному росту времени перебора при увеличении числа m . Однако ряд условий позволяет существенно уменьшить это время:

1. На выборках ограниченного объёма количество предикторов автоматически ограничивается: оно должно быть в 5–10 раз меньше объёма выборки.

2. Количество предикторов ограничено содержательной интерпретацией полученной на выходе модели. Модель с большим количеством предикторов сложно интерпретировать. К тому же математические показатели качества подгонки модели предусматривают штрафы за включение новых предикторов.

3. Из списка всех возможных комбинаций можно исключить комбинации, содержащие статистически связанные (коррелированные или ассоциированные) предикторы. Это одновременно уменьшает количество комбинаций и позволяет гарантированно решить проблему интеркорреляции в модели.

4. Программный код, ответственный за наиболее «медленные» этапы перебора, можно оптимизировать.

5. Процесс перебора моделей легко распараллеливается, что позволяет эффективно использовать современные многоядерные компьютеры либо сетевые распределённые вычислительные системы.

6. При построении моделей широко используются матричные операции, выполнение которых, при определённых обстоятельствах, можно переложить на графические ускорители (видеокарты).

Описанные условия, как уже было сказано выше, позволяют существенно уменьшить время перебора, сделав его много меньше времени сбора информации исследователем. На основании данных положений нами разработано программное обеспечение на языке «R», имплементирующее информационно-вычислительную технологию перебора и фильтрации регрессионных уравнений [2].

Структурно наша программа состоит из трёх частей. В главном модуле задаётся спецификация модели: обобщённая линейная модель или модель выживаемости, максимальное количество регрессоров в модели, уровень статистической значимости для статистических тестов. Вторым модулем является модуль, содержащий необходимые функции. Наиболее важными здесь являются: функция для получения информации о модели и функция для анализа корреляционных и ассоциативных связей между предикторами. В третьем модуле проводится непосредственно перебор и фильтрация моделей; результаты его работы сохраняются в виде электронной таблицы с рейтингами полученных моделей.

Наше программное обеспечение может использоваться как в научной работе, так и в образовательном процессе второй ступени образования. В последнем случае оно позволяет наглядно показать обучаемым, насколько важны содержательная интерпретация моделей и объективные характеристики качества их подгонки (коэффициенты детерминации, псевдокоэффициенты, точность классификации, AUC и т. д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. Черно-белое издание / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 496 с.
2. Копыцкий, А. В. Программное обеспечение для построения множеств регрессионных моделей на выборках ограниченного объема в медицинских исследованиях / А. В. Копыцкий, В. Н. Хильманович // XIX Междунар. науч. конф. “Сахаровские чтения 2019 года : экологические проблемы XXI-го века : Материалы XIX междунар. науч. конф. / ИВЦ Минфина. – Минск, 2019. – Т. 3. – С. 205–208.

С. В. КОРЧЕМЕНКО

УО ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

Современное состояние высшего образования, в том числе математического, представляет большую проблему для всех творчески работающих педагогов высшей школы. Процесс обучения имеет свои границы, зависящие как от способа и мастерства подачи материала, так и от качественного состава студентов (курсантов) и от их образовательных ценностей в настоящее время.

Слабая математическая подготовка абитуриентов и сокращение количества учебных часов на изучение естественнонаучных дисциплин, в том числе и высшей математики, требуют расширения педагогических методов и приемов обучения, учитывающих специфику и профиль конкретного вуза.

Для решения этой проблемы необходимо применять как инновационные, так и традиционные методы обучения, ориентированные на повышение качества образования. В частности, пробелы, в образовании будущего офицера, возникшие вследствие недостаточного или некачественного изучения математики, практически не могут быть восполнены при изучении других дисциплин.

В сложившихся условиях, чтобы уровень математической подготовки военных специалистов не снижался, актуальным является реформирование некоторых имеющихся видов учебных занятий, в результате чего появится возможность, не увеличивая количество часов на изучение высшей математики, закрепить и углубить знания и навыки по данному предмету.

Речь идет, например, о факультативных занятиях, которые позволят обеспечить не только глубокое и прочное овладение учащимися системой математических знаний, но и ликвидировать пробелы, возникшие вследствие недостаточной математической подготовки за курс средней школы; сформировать и развить профессиональные компетенции, необходимые для дальнейшего изучения военно-специальных дисциплин.

Опыт проведения факультативных занятий показывает, что слабо успевающие курсанты имеют возможность повторить и отработать материал, ранее пройденный на лекционных и практических занятиях, совершенствовать вычислительную практику и технику решения типовых задач.

Углубленное изучение некоторых тем курса высшей математики с учетом их прикладной направленности позволяет учащимся легче воспринимать учебный материал спецпредметов, успешно выполнять курсовые проекты и дипломные работы.

После проведения курса факультативных занятий контроль знаний учащихся целесообразно провести в форме тестирования. Учитывая, что знания по программному материалу систематически проверяются на практических занятиях, контрольных работах и экзамене, тестовые вопросы факультатива должны содержать задачи прикладного характера, которым был посвящен факультативный курс. Количество факультативных занятий определяется числом тем, изучаемых в семестре, и степенью их прикладного значения.

На факультативных занятиях появляется возможность согласовать методики преподавания высшей математики и военно-технических дисциплин, например, в идентичности записи формул и т. д. У курсантов возникает интерес к изучению математики через примеры прикладных задач, связанных с их специальностью. Ускоряется процесс адаптации к обучению специальным дисциплинам, появляется стремление заниматься научно-исследовательской деятельностью и в конечном итоге становится профессионально подготовленным военным специалистом.

Т. Л. КУШНЕР
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

ЭЛЕМЕНТЫ ИНФОРМАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Необходимым средством социально-экономического развития в XXI веке является трансформация человечества в общество, где концепция «от обучения на всю жизнь к обучению через всю жизнь» завоевала весьма устойчивые позиции. Такой подход базируется на трехсторонней категоризации образования: формальное, неформальное, информальное. Кроме формирования обученной и образованной личности, не менее актуальной является задача подготовки специалиста к деятельности в условиях постоянной изменчивости социальной среды. Учитывая тенденции развития современного общества, возникла необходимость поиска новых подходов к повышению качества образования.

В настоящей статье представлен опыт организации учебного процесса среди студентов-иностранцев, обучающихся в учреждении образования «Брестский государственный технический университет» (БрГТУ) на английском языке. Первый такой опыт преподавания в БрГТУ возник в 2012 году в связи с приездом на обучение граждан Нигерии, которые со стипендиальной поддержкой государства были направлены на учебу в единой академической группе из 24 человек. По заданию руководства университета и в связи с заключенными соглашениями еще на этапе довузовской подготовки учебный процесс был организован на английском языке по дисциплинам «Математика», «Физика», «Информатика».

Преподавателями-предметниками были приложены колоссальные усилия в подготовке учебного материала, при разработке заданий, совершенствовании собственных знаний в английском языке. По предмету «Информатика» были привлечены четыре преподавателя кафедры электронно-вычислительных машин и систем, что позволило организовать работу в микрогруппах. Математику и физику вели опытные преподаватели, кандидаты наук, доценты кафедр физики и высшей математики.

Однако в ходе занятий стало понятно, что слушатели имеют разную степень подготовки по профильным дисциплинам. Контингент обучающихся имел различные остаточные знания по профильным предметам. Причиной можно считать как различные сроки окончания средней школы (от 2000 до 2011 года), так и оценки в сертификатах об образовании (SSC), которые учащиеся получили по окончании школы и успешной сдачи экзаменов Западноафриканской экзаменационной комиссии (WAEC).

С целью более эффективной организации работы со слушателями в аудитории, где проходили занятия на английском языке, была проведена локальная сеть, приобретено мультимедийное оборудование. Необходимым дополнением к имеющимся материалам стали электронные информационные ресурсы, использование которых позволило как повысить качество преподавания, так и выстроить индивидуальную траекторию обучения для каждого слушателя.

На занятиях по математике объяснение новых тем происходило с использованием ресурсов сайта <http://www.khanacademy.com>. При изучении физики слушатели в течение короткой первой части занятия просматривали фильм-лекцию, посвященный новой теме (<http://www.aplusphysics.com>), для самостоятельного закрепления пройденного материала учащимся были предложены ресурсы сайта <http://www.physicsclassroom.com>.

Еще более актуальным оказалось использование обозначенных ресурсов в последующие годы, когда в университет стали поступать студенты сразу на первый курс на англоязычную программу обучения. В этом случае отсутствие довузовской подготовки усилило разницу в уровне образования студентов. С целью более эффективного выравнивания умений и навыков, повышения качества подготовки студентам предлагалось изучить определенные темы на обозначенных электронных ресурсах самостоятельно.

Кроме того, на начальном этапе обучения в многонациональных группах существенным является отсутствие каких-либо диалектов в англоязычном произношении. Предлагаемые сайты содержали видеоматериалы, иллюстративные модули, которые способствовали формированию необходимых компетенций при изучении физико-математических дисциплин. Первостепенной задачей методики обучения на английском являлось целенаправленное и интенсивное использование знаний языка студентами. Наличие фонетических, диалектных и грамматических особенностей английского языка у иностранных студентов в процессе занятий в дальнейшем не имело большого значения. Внимание акцентировалось лишь на учебном материале по изучаемым дисциплинам, а не на трудностях перевода и осваивания новых терминов.

В техническом университете весьма остро стоит вопрос повышения эффективности процесса обучения студентов-иностранцев математике и физике. Наблюдаются отличия в учебных программах общего среднего образования разных стран. Студенты имеют индивидуальные склонности к изучению того или иного предмета. С целью повышения эффективности обучения выбираются следующие критерии:

- критерий максимальности (наилучшие возможные результаты в формировании знаний, умений, навыков, с учетом способностей, возможностей обучаемых);
- критерий минимальности (наименьшие необходимые затраты времени, усилий и средств обучающихся и преподавателей на достижение определенных результатов).

Обучение студентов дисциплинам «Физика» и «Высшая математика» осуществляется в смешанной форме как наиболее эффективной для студентов-иностранцев. При такой форме обучения часть материала изучается на аудиторных занятиях (в рамках формального образования), а часть – дистанционно (в рамках неформального образования). Формальное представлено системно ориентированным проведением аудиторных занятий, где обучаемые являются, как правило, «пассивными реципиентами» знаний, умений, навыков, транслируемых преподавателем и воспроизводимых студентами по его требованию. Неформальное образование реализуется путем предоставления обучающимся возможности пользоваться online-курсом по изучаемой дисциплине, который является частью образовательного веб-сайта на основе инструментальной среды «Moodle» (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Каждая тема online-курса имеет следующую структуру: требования к уровню подготовки; основные термины, словарь параграфа; обозначения параграфа; «входной тест»; теоретический материал; задания для самостоятельного решения; «обучающий тест»; «итоговый тест».

Элементом неформального образования является использование ресурсов сайтов <http://www.khanacademy.com>; (<http://www.aplusphysics.com>), <http://www.physicsclassroom.com> и др. обучающимися исключительно для их самообразования. Этот вид образования позволяет студентам ликвидировать пробелы в знаниях, необходимых для продолжения обучения в высшей школе. Кроме того, самостоятельное использование специализированных информационных ресурсов позволяет существенно сократить разрыв в индивидуальных склонностях студентов к изучению того или иного предмета.

Успехи в освоении профильных дисциплин зависят от способностей обучающихся, от их умственного, эмоционального состояния. Задача преподавателей состоит в целенаправленном выявлении и развитии потенциальных возможностей при овладении знаниями, в расширении умений и навыков использования информации. Внимание уделяется типичным трудностям, которые испытывают студенты в процессе занятий, при изучении нового материала. Личностно ориентированный педагогический процесс обращается как к интеллектуальной сфере обучающихся, так и к их эмоциям, интересам. Доброжелательная атмосфера позволяет преодолеть «психологический барьер» перед изучаемой дисциплиной.

Неформальное образование можно трактовать как индивидуальную познавательную деятельность, когда человек превращает образовательные потенциалы общества в действенные факторы своего развития. Это важнейший источник духовного обогащения человека, его внутреннего мира, что является важным аспектом личностно-профессионального развития и потенциалом развития как специальной компетентности в преподаваемой дисциплине, так и духовной компетентности в целом.

В. В. ЛИСТОПАД,¹ В. П. ШОХА²

¹НУХТ (г. Киев, Украина)

²Колледж искусств и дизайна КНУТД (г. Киев, Украина)

О РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ МАТРИЧНОЙ АЛГЕБРЫ В MS EXCEL НА ЗАНЯТИЯХ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Выполнение любых операций с матрицами (сложение, вычитание, умножение, вычисление обратной, транспонирования) или действия над их элементами являются достаточно громоздкими и продолжительными во времени. На практическом занятии по теме «Действия с матрицами и вычисления обратной матрицы» удастся разобрать максимально 2–3 примера. Если при изучении этой темы воспользоваться компьютерной поддержкой, то количество выполненных задач возрастет в 4–5 раз.

Для работы каждый преподаватель выбирает программу для компьютерной поддержки, которая есть в наличии, или ту, с которой соискатели образования знакомились на практических/ лабораторных занятиях по информатике раньше.

Квадратная матрица A^{-1} называется обратной к матрице A , если $A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = E$, где E – единичная матрица соответствующей размерности. Квадратная матрица называется невырожденной, или неособенной, если ее определитель отличен от нуля. В противном случае – матрица называется вырожденной, или особенной и не имеет обратной.

Любая невырожденная квадратная матрица A имеет единственную обратную матрицу A^{-1} .

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & \dots & A_{n1} \\ A_{12} & A_{22} & \dots & A_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{1n} & A_{2n} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}$$

где A_{ij} – алгебраические дополнения транспонированной относительно элементов заданной матрицы A .

Теорема 1 Произвольную невырожденную матрицу A с помощью элементарных преобразований можно свести к единичной матрице E . $A \rightarrow E$ (3)

Теорема 2. Если к единичной матрице E порядка n применить те же элементарные преобразования только над строками и в том же порядке, с помощью которых невырожденная квадратная матрица A порядка n сводится к единичной, то полученная при этом матрица A^{-1} будет обратной к матрице A . Замечание. Описанная в теореме 2 схема дает способ нахождения обратной матрицы к данной с помощью элементарных преобразований. При этом удобно записывать матрицы A и E рядом, разделяя их вертикальной чертой (рассматривая расширенную матрицу $(A|E)$) и одновременно проводить элементарные преобразования над строками матриц A и E . В результате преобразования строк матрица $(A|E)$ преобразуется в матрицу $(E|A^{-1})$, то есть $(A|E) \rightarrow (E|A^{-1})$. Этот метод вычисления обратной матрицы называют методом Жордана-Гаусса. Проиллюстрируем его реализацию на примере, пользуясь средствами Ms Excel.

Пример. Найти обратную матрицу к матрице $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & -2 & -6 \end{pmatrix}$

Таблица 1. – Решение

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вычисление обратной матрицы методом Жордана-Гаусса							
2	A				E			
3	1	2	3	4	1	0	0	0
4	2	3	1	2	0	1	0	0
5	1	1	1	-1	0	0	1	0
6	1	0	-2	-6	0	0	0	1
7	1	2	3	4	1	0	0	0
8	0	-1	-5	-6	-2	1	0	0
9	0	1	2	5	1	0	-1	0
10	0	2	5	10	1	0	0	-1
11	1	0	-7	-8	-3	2	0	0
12	0	1	5	6	2	-1	0	0
13	0	0	-3	-1	-1	1	-1	0
14	0	0	-5	-2	-3	2	0	-1
15	1	0	0	-5/3	-2/3	-1/3	2/3	0
16	0	1	0	4/3	1/3	2/3	-1/3	0
17	0	0	1	1/3	1/3	-1/3	1/3	0
18	0	0	0	-1/3	-1/3	1/3	1/3	-1
19	1	0	0	0	22	-6	-26	17
20	0	1	0	0	-17	5	20	-13
21	0	0	1	0	-1	0	2	-1
22	0	0	0	1	-4	-1	-5	3
23	E				A ⁻¹			

В закрашенных клетках содержатся разрешающие элементы для каждого шага перехода.

Замечание 1. Для перехода к следующей таблице пользуемся правилом прямоугольников (Жордановы исключения) с обязательной фиксацией (клавиша F4) в создаваемой формуле элементов разрешающего столбца. Проверку можно выполнить, пользуясь функцией МУМНОЖ.

Замечание 2. Теорема 2 выполняется так же, если элементарные преобразования выполнять над столбцами (Жордановы исключения по вертикали), то есть матрицу E располагают под матрицей A , тогда $\begin{bmatrix} A \\ E \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} E \\ A^{-1} \end{bmatrix}$.

Замечание 3. С помощью обратной матрицы можно получить решение СЛР $X = A^{-1} \cdot B$, а также алгебраические дополнения элементов матрицы A .

Преимущества применения электронных таблиц Ms Excel при решении задач матричной алгебры.

1. Приобретаются:

- навыки реализации алгоритмических процедур;
- умение формулировать учебную задачу, планировать деятельность по ее решению;
- умение подбирать и использовать готовые программные средства (математические пакеты прикладных программ и отдельные функции);
- умение составлять программы для решения типовых учебных задач;
- навыки владения основами логического программирования;
- умение подбирать эффективный метод для решения поставленной задачи.

2. Можно за достаточно короткое время составить систему контрольных заданий для проведения тематического и итогового контроля.

3. Достаточно широкий спектр применения в методах решения задач линейного программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Листопад, В. В. Розв'язування систем лінійних рівнянь з комп'ютерною підтримкою / В. В. Листопад // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – Київ • Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. – № 22 (29). С. 82–88.

2. Гусак, А. А. Справочник по высшей математике: Справ. / А. А. Гусак, Г. М. Гусак. – Минск : Наука і тэхніка, 1991. – 480 с.

С. А. ЛУКАШЕВИЧ, А. Н. КУПО, Е. Б. ШЕРШНЕВ

УО ГГУ им. Ф.Скорины (г. Гомель, Беларусь)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО РАЗДЕЛУ «КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ»

В кинематике изучается движение тел без привлечения сведений об их массах и действующих на них сил. Основные понятия, применяемые в кинематике, – это закон движения, скорость, ускорение, траектория.

Положение материальной точки относительно выбранной системы отсчета описывается ее радиус-вектором \vec{r} или ее координатами. Законом движения материальной точки называется зависимость ее радиус-вектора от времени $\vec{r} = \vec{r}(t)$. Если закон движения известен, то легко найти скорость и ускорение движущейся материальной точки, вычисляя первую и вторую производные по времени от $\vec{r}(t)$. Конец радиус-вектора описывает в пространстве кривую, называемую траекторией движения точки. Задание закона движения в координатах определяет параметрическое задание траектории движения. В явном виде уравнение траектории можно получить, исключая из закона движения параметр (время), что дает связь между координатами движущейся точки, т. е. уравнение траектории.

Ясно, что, зная закон движения точки, легко полностью описать ее движение, в том числе получить все сведения о скорости, ускорении и траектории. Поэтому во многих задачах поиск решения связан с вопросом о законе движения, который может быть либо конечной целью задачи, либо промежуточным этапом. Часто удается использовать геометрические связи между координатами, из которых можно получить закон движения или другие интересующие нас сведения. Однако не всегда сделать это просто. В связи с этим рассмотрим следующую задачу, попытаемся ее решить и проанализировать решение.

Задача. Узкий пучок света от фонаря, вращающегося с угловой скоростью ω относительно вертикальной оси, попадает на вертикальную стену. Световое пятно бежит по стене горизонтальной прямой. Расстояние от фонаря до стены равно h . Найти скорость бегущего светового пятна в произвольной точке A (Рисунок 1), считая скорость света: а) бесконечной; б) конечной и равной c .

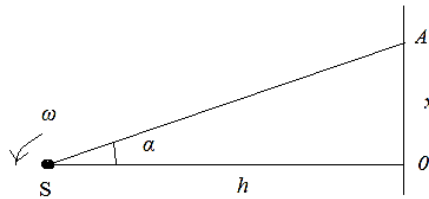


Рисунок 1

Для решения задачи найдем геометрическое соотношение, координату x интересующей нас точки A :

$$x = h \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Дифференцируя это соотношение по времени и учитывая, что $\dot{\alpha} = \omega$, находим искомую скорость светового пятна в точке A :

$$v = \frac{h\omega}{\cos^2 \alpha}. \quad (2)$$

Выражая зависимость угла α от времени t , можно считать, что выражение (1) есть закон движения светового пятна по стене. При равномерном вращении $\alpha = \alpha_0 + \omega t$; если угол отсчитывается от прямой SO , то $\alpha_0 = 0$ и $-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}$. Это то, что касается условия а). Труднее найти решение во втором варианте б). При учете конечной скорости движения фотонов не просто записать закон движения светового пятна из геометрических соображений. Поэтому приходится поискать иной способ решения задачи. Необходимо вернуться к определению скорости как пределу отношения перемещения точки за малый промежуток времени Δt к величине ΔS при $\Delta t \rightarrow 0$. Выберем на прямой OA точку B , находящуюся на расстоянии Δx от точки A (направление на точку B задается углом $\alpha + \Delta \alpha$), и подсчитаем промежуток времени Δt , через который световое пятно перейдет из точки A в точку B . По направлению к точке B фотоны полетят через $\Delta t_1 = \frac{\Delta \alpha}{\omega}$. Кроме того, до точки B фотонам предстоит более длинный путь, чем до точки A . Если расстояние SA обозначить через ℓ , то расстояние $SB = \ell + \Delta \ell$, где $\Delta \ell = \frac{h \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \Delta \alpha$. Следовательно, летящий в точку B фотон затратит времени на $\Delta t_2 = \frac{\Delta \ell}{c}$ больше, чем фотон, летящий в точку A . В итоге, получим, что световое пятно окажется в точке B $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$ позже, чем в точке A . Учитывая, что $\Delta x = \frac{h}{\cos^2 \alpha} \Delta \alpha$, получим ответ:

$$v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right) = \frac{h\omega}{\cos^2 \alpha + \frac{h\omega}{c} \sin \alpha}. \quad (3)$$

Проанализируем решение задачи в двух случаях. Построим график зависимости скорости v от угла α . Угол α изменяется в промежутке $(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$, поэтому график функции $v(\alpha)$ имеет вид, показанный на рисунке 2.

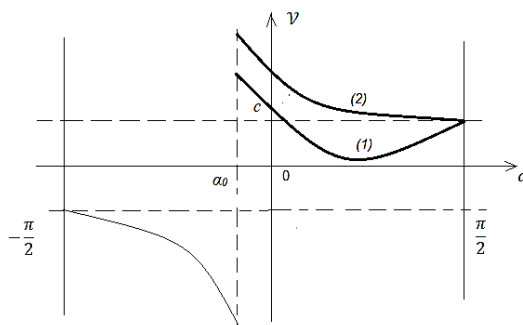


Рисунок 2

Вертикальная асимптота соответствует обращению в нуль знаменателя в уравнении (3) при

$$\sin \alpha_0 = \frac{h\omega}{2c} - \sqrt{\left(\frac{h\omega}{2c}\right)^2 + 1}. \quad (4)$$

Кривой 1 на рисунке 2 при $a > a_0$ соответствует $h\omega < 2c$; при $h\omega > 2c$ имеем кривую 2.

Построенный график позволяет наглядно представить себе движение светового пятна по стене. Впервые на плоскость стены фотон попадает в точку, направление на которую определяется углом α_0 . Затем по плоскости стены побегут два световых пятна (одно вправо, другое влево) соответственно двум ветвям кривой на рисунке 2. Движение светового пятна со скоростями, превышающими скорости света c , не противоречит теории относительности, так как с помощью этого пятна нельзя передать сигнал или информацию из одной точки плоскости в другую.

Эффект раздвоения светового пятна мог бы наблюдаться при лазерном зондировании удаленных объектов, например, перистых облаков ($h \sim 10$ км), серебристых облаков ($h \sim 100$ км) или луны ($h \sim 400000$ км). Для оценки предположим, что источник света вращается с угловой скоростью, соответствующей одному обороту в секунду. Тогда из уравнений (4) находим, что раздвоение светового пятна происходит в точке с угловым направлением от нормали к плоскости объекта $\sim 89^\circ$ в первом случае, $\sim 87,5^\circ$ во втором и $\sim 7^\circ$ в третьем. Следовательно, для наблюдения раздвоения светового пятна угловая скорость вращения источника должна быть существенно больше. Например, при зондировании Луны $|\alpha_0| \sim 10'$ источник света должен делать около 45 об/с. При этом слагаемые в знаменателе в (3) равны друг другу, а скорость движения светового пятна можно рассчитывать только по полной формуле (3). Более трудным для решения оказываются задачи, в которых из геометрических соображений можно выразить скорость движения точки в виде какой-либо функции, а требуется найти закон движения. В этих случаях приходится применять интегрирование, т.е. решать дифференциальное уравнение. При решении дифференциальных уравнений можно применять метод разделения переменных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. шк., 1976. – 416 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебник : в 5 т. Т. 1. Механика / Д. Н. Сивухин. – М. : Наука, 1974. – 520 с.

С. А. ЛУКАШЕВИЧ, Е. Б. ШЕРШНЕВ, А. Н. КУПО

УО ГГУ им.Ф.Скорины (г. Гомель, Беларусь)

ВНЕДРЕНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОШИБОЧНЫМ ПОНИМАНИЕМ ПРИНЦИПА СООТВЕТСТВИЯ

Известно, что в свое время Эйнштейн показал, что в теории относительности классические преобразования Галилея, описывающие переход от одной инерциальной системы отсчета к другой:

$$\begin{array}{c} K \rightarrow K' \quad K' \rightarrow K \\ \left\{ \begin{array}{l} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} x = x' + vt \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{array} \right. \end{array} \quad (1)$$

заменяются преобразованиями Лоренца, удовлетворяющими постулатам Эйнштейна. Эти преобразования предложены Лоренцем в 1904г., еще до появления теории относительности, как преобразования, относительно которых уравнения Максвелла для электромагнитного поля инвариантны [1].

Преобразования Лоренца имеют вид:

$$K \rightarrow K' \quad K' \rightarrow K$$

$$\begin{cases} x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-\beta^2}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{x-\frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\beta^2}} \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{x'+vt'}{\sqrt{1-\beta^2}} \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \frac{x'+\frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1-\beta^2}} \end{cases}, \quad (2)$$

где $\beta = \frac{v}{c}$.

Из сравнения приведенных уравнений вытекает, что они симметричны и отличаются лишь знаком при v . Это очевидно, так как если скорость движения системы K' относительно системы K равна v , то скорость движения K относительно K' равна $-v$.

Из преобразований Лоренца вытекает также, что при малых скоростях (по сравнению со скоростью света), т. е. когда $\beta \ll 1$, они переходят в классические преобразования Галилея (в этом заключаются суть *принципа соответствия*), которые являются, следовательно, предельным случаем преобразований Галилея.

Согласно традиционному пониманию принципа соответствия, новая физическая теория включает в себя прежнюю теорию как предельный частный случай. В применении к специальной теории относительности (СТО) и механике Ньютона (МН) этот принцип гласит:

– при скоростях движущихся тел, малых по сравнению со скоростью света,

$$\frac{v}{c} \ll 1, \quad (3)$$

СТО переходит в МН, причем формально этот переход может быть осуществлен как переход к пределу

$$c \rightarrow \infty \quad (4)$$

в формулах СТО [2].

На основе подобного представления о связи СТО и МН, глубоко укоренившегося в науке и сознании студентов, можно создать следующие проблемные ситуации.

1. Условие (3), в отличие от условия (4), не выводит нас за рамки релятивистских представлений, и поэтому при его выполнении СТО не переходит в МН. Например, формула СТО для энергии покоя тела $E_0 = mc^2$ при этом вообще не меняется, а некоторые другие формулы, хотя и становятся по виду ньютоновскими, по смыслу остаются релятивистскими, поскольку включают в себя релятивистские физические величины.

2. По поводу условия (3) можно задать вопрос: начиная с какой скорости v' это условие можно считать выполненным? Поскольку объективный критерий, на основе которого можно было бы указать такую скорость, отсутствует, СТО ни при каких скоростях не переходит в МН.

3. Условие (4) означает замену близкодействия дальнодействием и поэтому соответствует не только формальному, но и физическому переходу от СТО к МН. Однако это условие, очевидно, не имеет физического смысла и получаемая с его помощью МН, которая, следовательно, не может быть частным случаем СТО.

4. Рассмотрим тело, движущиеся под действием силы. Если в некоторой инерциальной системе отсчета (ИСО) K скорость этого тела мала (велика), то всегда найдется ИСО K' , в которой его скорость будет велика (мала).

Поскольку и в СТО, и в МН справедлив принцип относительности, то законы физики должны быть одинаковы в обеих системах отсчета, то есть и при больших, и малых скоростях движения тел, вопреки принципу соответствия, должны выполняться одни и те же законы. По поводу возможного возражения о неприменимости МН при большой относительной скорости систем K и K' следует заметить, что преобразование от K к K' можно осуществить с помощью набора промежуточных ИСО, каждая из которых движется относительно предыдущей с малой скоростью.

Для разрешения полученных противоречий необходимо выяснить истинную природу связи между СТО и МН путем сравнительного анализа их исходных положений. Подобный анализ обеих теорий показывает, что все различие между ними обусловлено различием принципов близкодействия и дальнодействия. Однако, поскольку эти принципы логически несовместимы (что видно из условия (4), в котором c – число, ∞ – символ, и никакой плавный переход между ними невозможен), обе теории исключают одна другую. Поэтому принцип соответствия имеет лишь математический смысл, и речь должна идти о применимости при определенных условиях не МН (которая ошибочна), а ее математического аппарата, или, точнее, ньютоновского приближения СТО.

Чтобы найти условия, необходимо сравнить в обеих теориях определения лабораторного времени, основанные на упомянутых несовместимых принципах. В результате получим два условия:

$$\frac{r}{c} < \sigma_t, \quad \frac{v}{c} < \varepsilon_{\Delta t}, \quad (5)$$

где r – расстояние от наблюдателя до места события; σ_t – абсолютная ошибка измерения времени, а $\varepsilon_{\Delta t} = \frac{\sigma_{\Delta t}}{\Delta t}$ – относительная ошибка измерения наблюдаемого времени Δt движения тела со скоростью v . Первое из этих условий определяет максимальный размер ИСО в случае Ньютоновского приближения, а второе заменяет не вполне корректное условие (3).

Рассмотрим в качестве примера движение тела по инерции с какой угодно малой скоростью $v \neq 0$. Очевидно, что всегда можно выбрать настолько большой промежуток времени Δt (и, следовательно, настолько малую ошибку $\varepsilon_{\Delta t}$), что второе условие (5) будет нарушено в полном соответствии с представлением об ошибочности МН.

Как же объяснить, что МН является ошибочной теорией, что на протяжении столетий подтверждается с огромной точностью в поистине необходимом количестве экспериментов. После всего сказанного ответ очевиден: опыты неправильно интерпретируются. Ошибка заключается в игнорировании вопроса о погрешности измерений. Дело в том, что, соответственно истинному смыслу принципа соответствия, формулы МН представляют собой нулевое (или, иначе, ньютоновское) приближение по $\frac{r}{c}$ и $\frac{v}{c}$ соответствующих формул СТО. Согласование же приближенных формул с опытом, если оно имеет место, объясняется лишь низкой точностью измерения времени и исчезает с ее повышением (как в рассмотренном нами примере).

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. шк., 1976. – 416 с.
2. Ландау, Л. Д. Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. – М. : Наука, 1988. – С. 15.

Т. А. МАКАРЕВИЧ

ВА РБ (г. Минск, Беларусь)

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА

Контроль качества усвоения пройденного материала является неотъемлемой частью учебного процесса. При этом формы, методы и способы контроля могут быть различны и во многом зависят от изучаемой дисциплины. В настоящее время наиболее широкое распространение получило тестирование. Однако не всегда тесты применимы для контроля качества усвоения материала, приобретения навыков в решении задач. Особенно это касается высшей математики. Для оценки практической подготовленности студента гораздо более важно увидеть не сам ответ в задаче, а проследить весь путь, приведший к этому ответу. Используя только тестирование, достичь этого практически невозможно. С целью выявления практических умений и навыков в решении задач, представляется интересным комбинированный метод контроля, включающий как тестовые задания, так и задания, требующие развернутого решения, построения графиков и т. д.

На кафедре высшей математики ВА РБ разрабатывается система комбинированных проверочных работ, отвечающих, по нашему мнению, упомянутым выше целям. Ниже приводится пример такой работы по теме «Ряды Фурье».

Для заданной на $0 \leq x \leq \pi$ функции $f(x) = x(\pi - x)$ требуется:

1. Построить ее график.
2. Продолжить функцию $f(x)$ на всю числовую ось, доопределив ее:
 - 2.1. четным образом;
 - 2.2. нечетным образом.

Построить график продолжения.

3. Показать, что ряд Фурье для $f(x)$ по косинусам имеет вид

$$f(x) = a_0 + a_2 \cos 2x + a_4 \cos 4x + a_6 \cos 6x + \dots$$

где:

$$1) a_0 = \frac{\pi}{6}, a_2 = 1, a_4 = \frac{1}{4}, a_6 = \frac{1}{9}; \quad 2) a_0 = \frac{\pi^2}{6}, a_2 = -1, a_4 = -\frac{1}{4}, a_6 = -\frac{1}{9};$$
$$3) a_0 = \frac{\pi^2}{6}, a_2 = 1, a_4 = \frac{1}{4}, a_6 = \frac{1}{9}; \quad 4) a_0 = \frac{\pi}{6}, a_2 = -1, a_4 = -\frac{1}{4}, a_6 = -\frac{1}{9}.$$

4. Показать, что ряд Фурье для $f(x)$ по синусам имеет вид

$$f(x) = b_1 \sin x + b_3 \sin 3x + b_5 \sin 5x + \dots,$$

где:

$$1) b_1 = \frac{2}{\pi}, b_3 = \frac{2}{27\pi}, b_5 = \frac{2}{125\pi}; \quad 2) b_1 = \frac{8}{\pi}, b_3 = \frac{8}{27\pi}, b_5 = \frac{8}{125\pi};$$
$$3) b_1 = \frac{8}{3\pi}, b_3 = \frac{8}{9\pi}, b_5 = \frac{8}{27\pi}; \quad 4) b_1 = \frac{2}{\pi}, b_3 = \frac{4}{27\pi}, b_5 = \frac{6}{125\pi}.$$

5. Используя полученные в п. 3 и п. 4 разложения, найти суммы следующих числовых рядов:

$$5.1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n^2}; \quad 5.2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)^3}.$$

6. Показать, что $1 + \frac{1}{3^3} - \frac{1}{5^3} + \frac{1}{7^3} - \frac{1}{9^3} + \frac{1}{11^3} - \dots = \frac{3\pi^3\sqrt{2}}{A}$, где:

$$1) A = 32; \quad 2) A = 64; \quad 3) A = 128; \quad 4) A = 256.$$

7. Используя полученные выше результаты и равенство Парсеваля

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^2(x) dx = \frac{1}{2} a_0^2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n^2 + b_n^2), \text{ показать, что}$$

$$7.1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} = \frac{\pi^4}{90}; \quad 7.2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^6} = \frac{\pi^6}{945}.$$

Обязательными к выполнению являются задания 1–5. Студенты, имеющие нечетный номер по журналу, выполняют пункты 1; 2.1; 3; 5.1, а четный – пункты 1; 2.2; 4; 5.2. При этом правильное выполнение каждого из пунктов 1; 2.1 и 2.2 оценивается в 1 балл, а каждого из пунктов 3; 4; 5.1 и 5.2 – в 2 балла. Задания 6 и 7 оцениваются в 3 балла каждое и не являются обязательными.

Опыт применения такой формы контроля показал свою эффективность в оценке качества усвоения материала. Кроме того, хорошо успевающие студенты проявили большую заинтересованность в решении необязательных задач, которые требуют более глубоких знаний изучаемого материала и умений действовать в нестандартной ситуации.

В. Ф. МАЛИШЕВСКИЙ, А. А. ЛУЦЕВИЧ

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

РОЛЬ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ С МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

Междисциплинарный подход к организационно методическому обеспечению учебно-воспитательного процесса является отражением процессов интеграции в образовательной системе высшей школы. Он характерен практически для всех учебных дисциплин естественнонаучного профиля, в том числе и для физики. Это обусловлено тем, что физическим понятиям, законам, теориям и принципам принадлежит определяющая роль в большинстве разделов естествознания.

Важнейшим компонентом профессиональной подготовки специалиста являются практические занятия по физике, составной частью которых является решение не только учебных, но и учебно-исследовательских задач, условия и требования которых содержат профессионально значимую информацию. Решение таких задач позволяет глубже понять закономерности физических явлений, систематизировать и обобщить теоретические знания, овладеть мыслительными приемами исследования.

Результаты учебно-познавательной деятельности студентов на практических занятиях являются основным критерием качества овладения ими основными компонентами системы физических знаний и причинно-следственными связями между такими методологическими категориями, как «явление», «величина», «модель», «закон», «метод». Особое значение при обучении студентов на первой ступени высшего образования имеет решение физических задач с межпредметным содержанием. Такие задачи повышают интерес не только к программному материалу по физике, но и к другим учебным дисциплинам и научным направлениям.

С другой стороны, междисциплинарное содержание физических задач способствует реализации практико-ориентированного подхода к подготовке специалистов, который позволяет включать в процессы анализа и моделирования исходной информации, поиска и составления плана решения задачи и анализа результатов решения проблемные вопросы из профессиональных дисциплин, что будет способствовать формированию профессиональных компетенций будущих бакалавров. У преподавателя физики такая возможность имеется при обучении студентов практически по любой специальности. К ним можно отнести инженерные, медико-экологические, медико-биологические и другие направления профессиональной подготовки в вузе.

Количественные и качественные задачи по физике с междисциплинарным содержанием в учебно-методической литературе известны более двух столетий. Их достоинства многогранны и, видимо, поэтому в разное время предлагались им такие названия, как «практические задачи», «логические вопросы», «устные вопросы», «проверочные вопросы» и др.

Решение задач с межпредметным содержанием учит анализировать и синтезировать явления, формировать профессиональную компетентность, способствует более глубокому пониманию физических теорий, развивает инженерное мышление, прививает навыки наблюдательности.

Несмотря на то, что в качественных задачах внимание концентрируется на качественной стороне рассматриваемых физических явлений, все же многие необходимые характеристики для их решения требуют количественных подходов или соотношений.

В качестве примера рассмотрим решение следующей задачи: «Какой воздух легче, сухой или влажный?»

Приведем один из возможных вариантов решения задачи.

В процессе анализа ситуации выясняем:

- 1) для ответа на вопрос задачи необходимо сравнить плотности сухого и влажного воздуха;
- 2) сухой воздух – смесь газов, основными компонентами которой являются азот N_2 ($M_1 = 28 \frac{г}{моль}$) – 78 % и кислород O_2 ($M_2 = 32 \frac{г}{моль}$) – 21 % (остальные газы не учитываем);
- 3) влажный воздух, кроме азота и кислорода, содержит водяной пар – H_2O ($M_3 = 18 \frac{г}{моль}$);
- 4) выводим формулы для расчета молярной массы и плотности сухого и влажного воздуха;
- 5) сравнение результатов показывает, что плотность влажного воздуха меньше.

Заметим, что на вопрос задачи можно ответить, не проводя вычислений: поскольку облака, содержащие водяной пар, поднимаются вверх, то влажный воздух легче.

Способы решения традиционных (стандартных) задач хорошо известны: логический, математический, экспериментальный, графический. Но при решении творческих задач эти методы порой оказываются бессильными.

Нестандартные (творческие) задачи требуют нестандартного мышления, их решение невозможно свести к алгоритму. Поэтому наряду с традиционными методами необходимо вооружить обучаемых и эвристическими методами решения задач, которые основаны на фантазии, преувеличении, «вживании» в изучаемый предмет или явление и др.

Практико-ориентированные варианты задач с вопросами из профессиональных дисциплин направлены на самостоятельное приобретение новых знаний, формирование практического опыта и их применение при решении как конкретных проблемных вопросов в реальной жизни, так и в искусственно смоделированных ситуациях.

При составлении практико-ориентированных задач с экологической направленностью нельзя забывать об одном из главных дидактических принципов – принципе научности, который требует, чтобы вопросы экологии включались в содержание без искажения, упрощенства и вульгаризации. При этом нельзя забывать, что введение элементов экологии в учебный процесс по физике помогает подготовке к профессиональной деятельности, причем любого направления, так как экологические знания и умения носят всеобщий характер и необходимы всем, независимо от специальности.

В задачах по оценке «экологичности» того или иного способа производства энергии необходимо разделять локальную и глобальную экологию, что, к сожалению, сознательно или бессознательно многие не делают. Например, при добыче водорода при разложении воды или углеводородных соединений затрачивается энергия 126 МДж на 1 кг. Эта же энергия вернется в том же количестве при окислении в энергоустановках, но уже в другом – локальном – месте.

При рассмотрении задач с медико-биологическим содержанием нельзя забывать, что использование медициной достижений физики последних десятилетий изменило ее характер – она из хирургической и лекарственной стала в значительной степени физической. Это хорошо иллюстрируют изменения последних лет и в медицине Республики Беларусь, которые вызвали необходимость подготовки «медицинских физиков» как на первой, так и на второй ступенях высшего образования.

Важность медицинской составляющей можно объяснить тем, что многие физические закономерности являются основой физиологических процессов, протекающих в организме человека, а развитие современной медицины в значительной степени обусловлено внедрением достижений физики [1]. При этом спектр интересов медицины имеет устойчивую тенденцию к дальнейшему расширению.

Задачи, содержащие производственные, конструкторские, инженерно-технические, технологические и другие виды деятельности, расширяют возможности учебного процесса и позволяют повысить качество обучения студентов любой специальности при изучении физики и, безусловно, их профессиональную подготовку.

ЛИТЕРАТУРА

Малишевский, В. Ф. Взаимосвязь и взаимообогащение физики и медицины / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич // Физика. – 2020. – № 4 (133). – С. 40–46.

И. М. МОРОЗОВА, О. Н. КЕМЕШ, Л. В. ЛОБАНОК
УО БГАТУ (г. Минск, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Целью образовательного процесса в вузе является создание условий, при которых обучаемый может сформировать определенный набор компетенций для дальнейшего применения их как в образовательных целях, так и в самостоятельной трудовой деятельности. Одной из составляющих в условиях образовательного процесса является формирование мотивированной учебной деятельности, так как источником всякой активности выступает мотив. Сутью мотивации является то, что в процессе обучения обучающийся получает «удовольствие от самой деятельности, значимости для личности непосредственно ее результата» [1].

Решение задачи по формированию у студентов вузов мотивации к изучению различных дисциплин возможно при использовании разнообразных технологий и методик обучения. Так, например, в техническом вузе дисциплины естественнонаучного цикла (математика, физика, и др.) вызывают у обучающихся наибольшие затруднения при их изучении, а как следствие, отсутствие мотивации их изучения. Но применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сочетании с модульно-рейтинговой формой организации образовательного процесса способно решать задачу формирования факторов мотивации.

Использование ИКТ в реализации модульно-рейтинговой системы обучения делает возможным одновременное решение целого комплекса задач: по математической подготовке, формированию информационной, личностной и профессиональной культуры [2]. А система дистанционного обучения дает возможность организации образовательного процесса, не привязывая его к определенному времени и месту расположения участников процесса.

Рассмотрим один из способов формирования мотивации учебной деятельности при изучении студентами технического вуза дисциплины «Математика».

В процессе гуманитаризации математического образования произошел переход процесса тестирования от выполнения диагностических функций к решению задач по мотивации учебной деятельности [3]. Тесты в математическом образовании выступают как инструмент внутренней мотивации (мотивы непосредственно связаны с самой деятельностью, называются внутренними) [4].

На схеме показана методика использования тестовых заданий при обучении студентов по каждому из модулей дисциплины «Математика», которая изучается студентами Белорусского государственного аграрного технического университета.



Разработка указанной методики и процесс составления тестовых заданий проводился с учетом основных принципов интегрирования математического и информационного образования [5]. Применение рассмотренной методики тестирования с использованием ИКТ позволяет повысить уровень мотивации учебной деятельности, успеваемость студента по математике, а следовательно, уровень знаний по изучаемой дисциплине в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова, А. К. Формирование мотивации учения : кн. для учителя / А. К. Маркова, Т. А. Матис, А. Б. Орлов. – М. : Просвещение, 1990. – 192 с.
2. Морозова, И. М. Характеристика модульно-рейтинговой системы обучения и опыт ее применения / И. М. Морозова, Л. В. Лобанок, О. Н. Кемеш // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК : материалы междунар. научно-тех. конф. – Минск, 23–24 окт. 2009 г. – Ч. 2. – с. 226–230.
3. Жук, А. И. Гуманизация и гуманитаризация математического образования в школе : в 3 ч. / А. И. Жук, К. В. Лавринович. – Минск : БГУ, Акад. последиплом. образования, 2000. – Ч. 1. – 144 с.
4. Фридман, Л. М. Психопедагогика общего образования : пособие для учителей / Л. М. Фридман. – М., 1997.
5. Роберт, И. В. Информационные и коммуникационные технологии в образовании : учеб.-метод. пособие / И. В. Роберт [и др.]. – М. : Дрофа, 2008. – 312 с.

Т. В. НИКОНОВА, О. Е. РУБАНИК
УО ВГТУ (г. Витебск, Беларусь)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭУМК И СДО MOODLE В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Основной задачей высшего образования при подготовке молодых специалистов является приобретение фундаментальных знаний, умений и навыков работы по будущей профессии. Жизнь в современном мире требует от молодого человека разностороннего интеллектуального развития. Развитие компьютерных технологий позволяет тесно связать современный образовательный процесс с использованием мультимедийных средств обучения. Возможности компьютера по воспроизведению графики, звуковой, речевой и видеoinформации дают возможность создавать для студентов новые обучающие комплексы, которые по своему устройству и наполнению отличаются от всех имевшихся ранее.

В последнее время в ВУЗах начал использоваться e-Learning, который предполагает получение знаний в электронном виде, в том числе и через использование электронных учебно-методических курсов. Компетентностный подход в образовании указал на необходимость перестройки процесса обучения и постепенный отказ от традиционной системы передачи знаний студентам, основанной на контактной работе на аудиторных занятиях. Ввиду того, что высшая математика дает не только познания в данной области, но и развивает абстрактное и логическое мышление, способность к самоорганизации, следует, несмотря на сокращение аудиторных часов, использовать разнообразные формы управляемой самостоятельной работы студентов, призванные обеспечить систематическую подготовку.

Целью исследования является анализ педагогического опыта по обучению студентов факультета информационных технологий и робототехники УО ВГТУ. Электронный учебно-методический комплекс размещается в СДО Moodle на сайте университета. Данный комплекс содержит лекционные материалы по дисциплине «Высшая математика», задания для проведения практических занятий с целью выработки умений и навыков решения задач, 30 вариантов индивидуальных заданий для организации управляемой самостоятельной работы студентов, базу тестовых вопросов для проведения контроля уровня усвоения изученного материала.

В данном комплексе рассматриваются следующие темы: «Элементы математической логики и теории множеств», «Аналитическая геометрия», «Линейная и векторная алгебры», «Введение в математический анализ», «Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной», «Функции нескольких переменных», «Дифференциальные уравнения», «Кратные интегралы», «Элементы теории поля», «Числовые и функциональные ряды», «Теория вероятностей и математическая статистика». Материал в каждой теме в дальнейшем разбит по параграфам, темы которых соответствуют темам лекционных занятий. Встречающиеся в материале лекций термины и понятия из ранее изученного материала имеют гиперссылки на соответствующие пункты, теоретический материал дополнен подробным решением задач по данной теме. В конце каждой темы имеется список вопросов для самоконтроля. Кроме этого, каждая тема дополнена тестами с вопросами, соответствующими материалу лекций и отдельно практических занятий.

Таким образом, СДО Moodle предоставляет обширные возможности по разнообразной организации процесса обучения. Это является немаловажным при возникновении необходимости переноса некоторых занятий в онлайн-режим, в том числе в условиях пандемии. В этом случае проведение лекций в онлайн-режиме предпочтительнее, чем самостоятельное изучение материала студентами в ЭУМК. При проведении лекций в онлайн-режиме лектору часто приходится привлекать к себе внимание слушателей, одним из приемов может быть демонстрация чертежей, рисунков, анимации и обсуждение вопросов по ним. Также, к примеру, преподаватель может обращаться с вопросами к студентам по ходу лекции о встречающемся ранее пройденном материале, свои ответы студенты могут писать в чат, в дальнейшем получая за это дополнительные баллы в рейтинге. Доказательство теорем может быть выполнено не в полном объеме, а некоторые его части можно предложить студентам выполнить самостоятельно и выслать преподавателю для проверки. В ходе изложения материала намеренно или случайно могут быть допущены неточности, в таком случае студентам можно предложить найти ошибку и сообщить преподавателю. Это стимулирует студентов самостоятельно вывести формулу или перерешать задачу, внимательно перечитать материал. Такие приемы являются эффективными для активизации работы студентов в процессе обучения.

СДО Moodle дает возможность ведения электронного журнала успеваемости студентов. Здесь преподаватель отмечает посещаемость занятий, результаты тестов, выполнения самостоятельных и контрольных работ, оценки, полученные на практических занятиях. Кроме того, использование почты в СДО дает возможность студентам оперативно получать консультации и ответы на свои вопросы у преподавателей.

Использование дистанционных технологий способствует обогащению образовательного процесса в плане методологии за счет применения интерактивных методов обучения, тестирования. Применение интерактивных досок, компьютеров с проекторами позволило использовать в современном образовании аудио- и видеолекции, обучающие и тестирующие программы.

При этом возможность изменения элементов тестирующей программы, их размещения, упорядоченности, набора заданий позволяет контролировать не только правильность запоминания, но и такую важную его особенность как, осмысленность.

Следует отметить, что электронный учебно-методический комплекс – это не просто информация, воспроизводимая с использованием компьютера, а это целая система комплексного назначения, которая содержит и предлагает к изучению теоретический материал, затем представляет практические упражнения для отработки необходимых умений и навыков, а после с помощью специальных тестов выполняет контроль знаний.

Таким образом, часы, которые ранее затрачивались преподавателем на проверку аудиторных контрольных работ, защиту расчетно-графических работ, могут быть перераспределены на дополнительные дистанционные консультации отстающих студентов. При этом повышается объективность оценки, выставляемой за курс, поскольку она выставляется как среднее за большое количество разноплановых заданий. Здесь может учитываться активность студентов на лекциях, практических занятиях, выполнение дополнительных заданий и тестов.

Разработка ЭУМК, размещаемых в СДО Moodle, требует от преподавателей определенной квалификации, значительных временных и трудовых затрат при своем создании. Однако в дальнейшем эти затраты значительно уменьшаются и окупаются. При использовании комплекса в последующие годы приходится только вносить коррективы в лекционный курс, задачи, рассматриваемые на практических занятиях, содержание тестов. Преимущества, даваемые использованием ЭУМК, значительно перевешивают первоначальные временные затраты.

Имеющийся опыт работы в этой области позволяет сделать вывод о важности и необходимости сочетания дистанционных и аудиторных методов работы, так как это позволяет индивидуально и объективно оценивать знания каждого студента и следовать концепции о развитии образования.

Д. А. ПЕТРУКОВИЧ

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

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ИЗЛОЖЕНИИ ТЕМЫ «ПОЛЯРНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ»

Преподавание физико-математических дисциплин сегодня требует применения инновационных методических приемов, позволяющих создать условия как для полноценного усвоения программного материала, так и для активизации научно-исследовательской деятельности студентов. Инновационность здесь проявляется в создании авторских приемов, отличных от традиционных подходов изложения материала. В работах [1, 2] обоснована возможность использования преподавателем оригинальных способов изложения материала, основанных на построении межпредметных связей и позволяющих повысить уровень успеваемости и объем знаний студентов. Рассмотрим один из них.

Студенты педагогических специальностей нередко испытывают затруднения при изучении полярной системы координат в курсе аналитической геометрии и, как следствие, допускают ошибки при работе с криволинейными координатами на плоскости и в пространстве. Затруднительными становятся задачи определения линий, заданных полярными уравнениями, а также задачи получения уравнений линий. Традиционно предлагается перечень задач для усвоения студентами знаний об уравнениях: окружности с центром в полюсе ($\rho = a$, $a > 0$); луча ($\varphi = \alpha$); спирали Архимеда ($\rho = \varphi$); окружности, проходящей через полюс ($\rho = \cos(\varphi)$, $\rho = \sin(\varphi)$); эллипса, гиперболы, параболы ($\rho = \frac{p}{1 - \varepsilon \cos(\varphi)}$) и некоторых других.

Расширим перечень изучаемых линий при помощи использования преобразования плоскости – инверсии.

Введем в рассмотрение инверсионное преобразование плоскости: $f: M \rightarrow M'$, $M' \in [OM)$, $OM \cdot OM' = R^2$, где R^2 – степень инверсии ($R = const$), O – полюс, называемый центром инверсии. Формулы преобразования координат при инверсии $f: M(\rho, \varphi) \rightarrow M'(\rho', \varphi')$ имеют вид:

$$\begin{cases} \rho = \frac{R^2}{\rho'}, \\ \varphi = \varphi'. \end{cases} \quad (1)$$

Одно из свойств инверсии гласит: образом окружности, проходящей через центр инверсии, является прямая. Применив инверсию к окружности γ с уравнением: $\gamma: \rho = R \cdot \cos(\varphi)$, получим прямую m (см. рисунок 1), а применив формулы (1) к ее уравнению, получим уравнения этой прямой:

$$m: \rho' = \frac{R}{\cos(\varphi')} \text{ или } m: \rho' = R \cdot \sec(\varphi'). \quad (2)$$

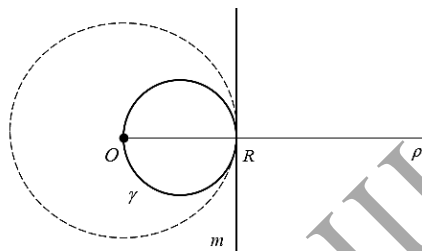


Рисунок 1. – Окружность-прообраз γ и прямая-образ m

Таким образом, прямая m , проходящая на расстоянии h от полюса, где δ – угол между полярным лучом и перпендикуляром h , опущенном из полюса на прямую, имеет уравнение:

$$m: \rho = \frac{R}{\cos(\varphi - \delta)} \text{ или } m: \rho = R \cdot \sec(\varphi - \delta), \quad (3)$$

для ее получения требуется построение окружности-прообраза $\gamma: \rho = R \cdot \cos(\varphi - \delta)$ (рисунок 2).

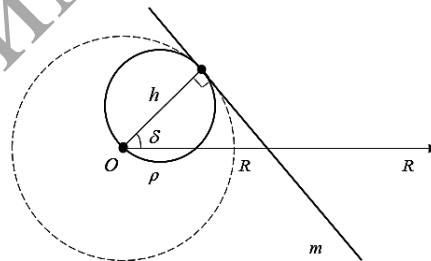


Рисунок 2. – Произвольная прямая m и ее прообраз γ

Использование в преподавании рассмотренного приема нацелено, в первую очередь, на преодоление трудностей студентов по освоению материала. И тем не менее, в качестве ожидаемого – развитие компетенций будущего учителя математики, а также стимулирование познавательной активности обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новик, И. А. Формирование методической культуры учителя математики в педвузе / И. А. Новик. – Минск, 2003. – 178 с.
2. Скатецкий, В. Г. Профессиональная направленность преподавания математики: теоретический и практический аспекты / В. Г. Скатецкий. – Минск : БГУ, 2000. – 160 с.

Д. И. РАДЮК

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

ИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНШЕТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

В условиях пандемии COVID-19 многие преподаватели столкнулись с новыми условиями работы. Переход от привычного формата работы со студентами в аудитории к обучению в режиме онлайн заставил задуматься, как осуществить этот переход с наименьшими потерями для всех участников образовательного процесса.

Работа преподавателя по математическим дисциплинам осложняется тем, что набор математических формул, построение графиков осуществляется в специальных редакторах Microsoft Word и требует достаточных временных затрат. Имеющиеся в арсенале методические разработки обычно содержат лишь минимум разобранных задач, так как сухой набор формул и расчётов не эффективен без пояснений преподавателя, разъяснения хода решения, ссылок на теоретические материалы, оформления решения и обратной связи от студентов.

При обучении математическим дисциплинам с применением дистанционных образовательных технологий возникает острая необходимость в имитировании аудиторной доски.

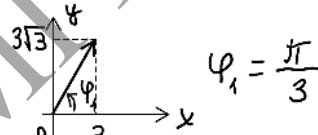
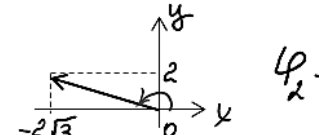
Одним из устройств, позволяющих преподавателю оставаться в привычной для себя среде, является графический планшет.

Графический планшет – это устройство для ввода информации, созданной от руки, непосредственно в компьютер. Состоит из пера (стилуса) и плоского планшета, чувствительного к нажатию или близости пера, т. е. при помощи данного устройства преподаватель может вводить в компьютер любую графическую информацию от руки.

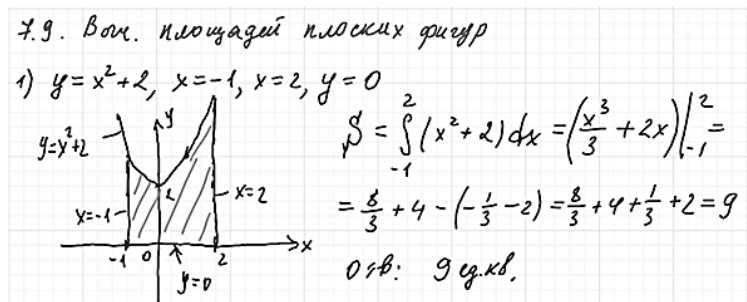
При подключении планшета к текстовым редакторам он определяется как инструмент для рукописного ввода – перо с возможностью выбора цвета и толщины пера.

Графический планшет позволяет в офисных документах и на онлайн-досках рисовать эскизы, схемы, записывать математические формулы, строить графики и диаграммы, делать пометки, т. е. делать всё то, что можно делать вручную на бумаге или у доски с мелом. При работе с офисными документами с помощью пера можно выделять, копировать, перемещать элементы. Кроме того, многие планшеты имеют настраиваемые горячие клавиши, позволяющие настроить под себя наиболее используемые функции.

Приведем пример внесения корректировок в документ Microsoft Word.

<p>1) $z_1 = 3 + 3\sqrt{3}i$ $a_1 = 3; b_1 = 3\sqrt{3}$ $r_1 = z_1 = \sqrt{3^2 + (3\sqrt{3})^2} = \sqrt{9 + 27} = \sqrt{36} = 6$ $\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{3\sqrt{3}}{3} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_1$ – табличный угол</p>  <p>$\varphi_1 = \frac{\pi}{3}$</p> <p>$z_1 = 6 \left(\cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$ – тригонометрическая форма $z_1 = 6e^{\frac{\pi}{3}i}$ – показательная форма</p>	<p>2) $z_2 = -2\sqrt{3} + 2i$ $a_2 = -2\sqrt{3}; b_2 = 2$ $r_2 = z_2 = \sqrt{(-2\sqrt{3})^2 + 2^2} = \sqrt{12 + 4} = \sqrt{16} = 4$ $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{2}{-2\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_2$ – табличный угол</p>  <p>$\varphi_2 = \frac{5\pi}{6}$</p> <p>$z_2 = 4 \left(\cos \frac{5\pi}{6} + i \sin \frac{5\pi}{6} \right)$ – тригонометрическая форма $z_2 = 4e^{\frac{5\pi}{6}i}$ – показательная форма</p>
---	---

При проведении онлайн-занятий графический планшет используется для ввода информации на онлайн-доску.



Графический планшет является незаменимым средством для проверки домашних, контрольных и других работ. Студенты, выполнив задания в тетради, могут отсканировать или сфотографировать его и прислать преподавателю, который с помощью пера может осуществлять проверку, делая необходимые корректировки и замечания, выставить оценку и отправить присланный файл студенту обратно.

Подводя итог, можно резюмировать, что использование графического планшета позволяет преподавателю вести лекции и практические занятия, проверять работы, не изменяя свой привычный режим преподавания.

Д. И. РАДЮК

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

ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ОНЛАЙН-ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Современные реалии в условиях пандемии Covid-19, вызвавшие переход многих высших учебных заведений на дистанционную форму обучения, привели к необходимости экстренного овладения преподавателями современными информационно-коммуникативными технологиями.

Создание формата онлайн-обучения требует решения следующих задач: синхронизация расписания занятий; организация рабочего места преподавателя, организация хранилища методических материалов; выбор средств коммуникаций со студентами; выбор системы видеоконференции и онлайн-доски; организация контроля учебной деятельности.

При переходе на дистанционную форму обучения занятия обычно проводятся по расписанию занятий в очном формате. Учебное заведение предоставляет оборудованное рабочее место или возможность работы из дома.

Для размещения методических материалов и организации коммуникаций со студентами в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ используется образовательный портал на основе системы Moodle. Образовательный портал предназначен для размещения и доступа к электронным информационным ресурсам, учебно-методическим материалам, средствам автоматизации учебной деятельности. Кроме этого, используются различные мессенджеры и социальные сети: viber, telegram, ВКонтакте, а также электронная почта.

Для организации онлайн-конференций среди множества сервисов была выбрана платформа Google Meet (Гугл Мит). Google Meet – сервис для коммуникации, поддерживающий групповую видеосвязь и чат для обмена текстовыми сообщениями. Позволяет собирать до 250 человек в одной видеоконференции, ограничений по времени в рамках образовательного процесса не выявлено. Разработаны версии Google Meet для Android и iOS. Изначально Google Meet распространялся только платно, как одна из составляющих Google Suite, но в условиях пандемии сервис открыл всем желающим свою бесплатную версию. Достоинством данной платформы является то, что нет необходимости создавать новую ссылку на каждую конференцию, можно пользоваться одной или несколькими ссылками для различных групп и потоков студентов. Онлайн-доска внутри есть, но она не удобна для использования.

В качестве онлайн-доски была выбрана одна из простейших бесплатных досок Whiteboard Fox. Данная доска становится доступна по ссылке на сайте, не требует регистрации, имеет приятный интерфейс в виде листка в клеточку, простой понятный функционал: написать решение, построить график, стереть, переместить, вставить изображение, удалить. Все изменения участники видят в реальном времени, с небольшой задержкой в секунду или две. Дает возможность студентам участвовать в редактировании. После занятия можно предоставить студентам ссылку и доска остается доступной в течение 14 дней.

Проверка выполнения домашних заданий, выполнение контрольных работ осуществляется посредством электронной почты. Студенты присылают преподавателю сканы или фотографии своих работ, упакованные для удобства в файлы word или pdf.

При организации онлайн-обучения необходимым помощником является графический планшет – устройство, позволяющее осуществлять ввод рукописной информации на экран компьютера. С его помощью можно оставлять пометки при объяснении лекции, писать в реальном режиме на онлайн-досках, проверять работы студентов.

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

О ПРИНЦИПЕ ЛЕ ШАТЕЛЬЕ-БРАУНА В КУРСЕ ФИЗИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

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

К таким принципам относится, например, хорошо известный принцип дополнительности, устранивший противоречие понятий волна-частица на основе концепции вероятностей, и вытекающий из него принцип неопределенностей, согласно которому существует предел точности измерения определенных пар величин (например, положения частицы и ее импульса), который не может быть преодолен усовершенствованием приборов и методов измерений.

В настоящем сообщении обсуждается неоправданно редко, на наш взгляд, упоминаемый в курсе физики принцип Ле Шателье-Брауна, который был предложен в 1884 г. французским химиком Анри Ле Шателье (1850–1936 гг.) для описания обратимых химических реакций и обобщен в 1887 г. немецким физиком К. Ф. Брауном (1850–1918 гг.) для равновесных термодинамических систем. Согласно принципу Ле Шателье-Брауна, на всякое внешнее воздействие система отвечает такими изменениями, которые стремятся ослабить это воздействие. Учет этого принципа позволяет качественно описать поведение системы, которая стремится сохранить свое равновесное состояние, перестраивая его до новой оптимальной организации, противодействуя всем влияниям, изменяющим исходное состояние [1].

Так повышение температуры вызывает в системе эндотермическую реакцию, протекающую с поглощением тепла, а при понижении температуры интенсивней становится экзотермическая (протекающая с выделением тепла) реакция, тормозя уменьшение температуры. Подобные процессы смещения равновесия системы происходят и при изменении давления. Основоположники названного принципа исходили из аналогии с известным в электродинамике правилом Ленца, сформулированным в 1833 г, рассматривая различные примеры термодинамического равновесия, которые можно представить в форме, похожей на правило Ленца [2].

Согласно этому правилу, при всяком изменении магнитного потока через поверхность, охватываемую проводящим контуром, ток в контуре имеет такое направление, чтобы создаваемое им магнитное поле препятствовало изменению магнитного потока.

Данный принцип объясняет появления токов Фуко в массивных проводниках, например, в сердечниках трансформаторов (которые изготавливают из тонких пластин, разделённых изоляторами, для предотвращения потери энергии на нагревание) и торможение таких проводников во внешнем магнитном поле, что используется для демпфирования подвижных частей измерительных приборов и лежит в основе принципа действия магнитных тормозов.

Помимо термодинамики и электродинамики принцип Ле Шателье-Брауна применим и в других разделах физики. Приведём несколько примеров. Наиболее наглядно этот принцип объясняет поведение гироскопа – массивного тела, быстро вращающегося с угловой скоростью ω вокруг своей оси симметрии, например, вокруг закреплённой горизонтальной оси. Если подвесить грузик к оси гироскопа, то он не наклоняется, а совершает прецессионное движение с угловой скоростью $\Omega \ll \omega$, то есть с точки зрения рассматриваемого принципа гироскоп противодействует внешнему воздействию, не позволяя грузику опускаться. Если пытаться ускорить процессию, то гироскоп отвечает поднятием груза, и, наоборот, искусственное замедление прецессионного движения эквивалентно ослаблению реакции гироскопа на внешнее воздействие – грузик будет опускаться. Использование принципа Ле Шателье-Брауна оказывается полезным при анализе работы стабилизирующих гироскопических приборов [2, 3].

Интересной иллюстрацией применения рассматриваемого принципа в волновой оптике является дифракция – на внешнее воздействие с целью ограничения площади сечения пучка свет реагирует отклонением от прямолинейного распространения, то есть увеличением ширины пучка.

Одним из примеров проявления принципа Ле Шателье-Брауна в физике твёрдого тела является эффект Холла в металлах и полупроводниках, где происходят такие изменения, которые противодействуют внешнему магнитному полю [2]. Действительно, в отсутствие магнитного поля ток в проводниках и полупроводниках обусловлен электрическим полем. При воздействии магнитного поля происходит перераспределении зарядов до тех пор, пока действующая на них сила со стороны электрического поля не компенсирует силу, возникающую при воздействии магнитного поля.

В настоящее время принцип Ле Шателье-Брауна приобрел междисциплинарный характер, являясь общим названием для ряда похожих принципов в экономике, философии, теории систем и в других науках, изучающих поведение и взаимодействие различных систем с целью обнаружения основных принципов их функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базаров, И. П. Термодинамика / И. П. Базаров – М. : Высш. шк., 1991. – 378 с.
2. Белонучкин, В. К. Основы физики. Курс общей физики : учебн. : в 2 т. / В. К. Белонучкин, Д. А. Заикин, Ю. М. Ципенюк. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – Т. 2. Квантовая и статистическая физика. – 504 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – 4-е изд., стереот. – М. : ФИЗМАТЛИТ ; Изд-во МФТИ, 2005. – Т. I. Механика. – 560 с.

Т. А. РОМАНЧУК

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

СПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТА К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Случившаяся в 2020 году эпидемия коронавируса заставила в экстренном порядке переходить на дистанционную форму обучения, к чему, по сути, не был готов никто: ни университет, ни преподаватели, ни студенты.

Отличительной чертой дистанционной формы обучения является значительное увеличение доли самостоятельной работы студентов. Происходит смена статуса студента – из пассивного, иногда равнодушного слушателя он должен стать активным участником своего собственного учебного процесса. Вместе с этим происходит и смена роли преподавателя – он не столько передает готовый материал студентам (что в полном объеме сделать практически невозможно), сколько направляет, помогает и организует самостоятельную работу. К сожалению, как показала практика, в своем большинстве студенты оказались не способны к такой форме работы.

О причинах этого (на мой субъективный взгляд) и пойдет речь.

Во-первых, обучение в университете само по себе предполагает большую свободу и в то же время ответственность студента. В отличие от школы здесь нет ежедневного контроля успеваемости со стороны преподавателя, а в условиях дистанционного обучения это еще более усиливается. То есть студент должен сам планировать и контролировать выполнение заданий по тому или иному предмету, чего он совсем не умеет делать. С другой стороны, навыки самостоятельной работы, умение учиться приходят только со временем и опытом, а для этого необходимо проявить терпение, усидчивость, умение дисциплинировать себя, чего тоже в современных студентах не наблюдается. Большинство из них нацелено на получение быстрого и легкого (с точки зрения затраченных сил) результата, если же его не получается, то во время аудиторных занятий можно сразу же обратиться к преподавателю, который даст готовую идею решения, а при дистанционной работе такой возможности нет, поэтому приходится пользоваться дополнительной литературой, искать, анализировать информацию, сравнивать способы и методы решения, пытаясь найти что-то нужное и полезное для своей задачи. И возникает вторая проблема – студенты не умеют работать с литературой. В школе по каждому предмету был свой учебник, которого учитель должен был придерживаться, в университете такого нет, и при подготовке к занятиям (неважно это лекция или практическое занятие) каждый преподаватель берет материал из разных книг, выбирая то, что с его точки зрения более подходит той или иной группе или виду занятия. Зачастую происходит так, что теоретический материал более удачно изложен в одном пособии, задачи хорошо подобраны в другом, а примеры с разобранными решениями даны в третьем.

Таким образом, на занятии студент видит только результат проделанной преподавателем работы, а при дистанционном обучении вся эта «невидимая» работа ложится на плечи самого студента. Даже имея подготовленный преподавателем список нужной литературы, студент должен «переработать» ее сам, что-то законспектировать, структурировать материал, чтобы понять, подходит ли он ему или нужно поискать что-то другое, а это опять требует и времени, и терпения. Очень важно развивать свою познавательную активность, умение критически относиться к получаемой информации, уметь ее анализировать, систематизировать, обобщать. Наличие интернета и свободного пользования им делает доступными всевозможную литературу, обучающие ролики практически по любой теме, так что любой может найти то, что нужно именно ему: теоретический материал, разобранные примеры, проверочные тесты и т. д. К сожалению, студенты зачастую пользуются Интернетом совсем не так, как того хотелось бы. Наличие готовых решебников по всем основным учебникам приводит к тому, что та работа, которая должна развивать и закреплять основные знания студента, просто загружается из сети без каких-либо усилий (в нашем случае речь идет о типовых расчетах по основным темам учебной программы, которые каждый студент должен выполнить и сдать на проверку). И возникает непростой вопрос: как преподавателю оценить такую работу? Однако наряду с этим есть и другая категория студентов, которая воспринимает Интернет исключительно как средство развлечения, совсем не задумываясь о том, какие широкие возможности для обучения и саморазвития он предоставляет.

Неумение (или нежелание?) работать самостоятельно легко просматривается по тем вопросам, которые студенты задают во время занятий. Складывается впечатление, что они даже условие до конца не дочитали, а уже спросили: «Как это решать?» А ведь при внимательном чтении задания всегда можно найти подсказку, как делать, по крайней мере то, с чего надо начинать; но студенту проще спросить, чем пытаться самому. И, как правило, бесполезно говорить, что только собственные (пусть даже и неправильные) попытки могут его действительно чему-то научить. Невозможно научиться ездить на велосипеде только лишь наблюдая, как это делают другие, – нужно и самому крутить педали.

Еще одной из причин является отсутствие мотивации. Когда занятия проходят удаленно, то на первый план выходит внутренняя мотивация, а именно способность и готовность студента к самодисциплине и самоорганизации, пониманию того, что учеба нужна в первую очередь ему самому, а уже потом родителям, преподавателям или кому-то еще. На первом занятии я люблю спросить, а почему студенты выбрали именно наш университет? И часто в ответе не видно личного выбора: можно услышать, что «у меня здесь кто-то из друзей (родственников) учится» или что «я проходил сюда по баллам» или что «у IT-шников высокие зарплаты»... Все это приводит к тому, что студент все чаще задает вопросы: а зачем мне это надо? А где я это буду применять? С одной стороны, это хорошо, что он пытается найти применение своим знаниям, но с другой, – этот вопрос часто служит оправданием того, чтобы ничего не делать: ну, если мне нигде это применить, то и знать мне это не особо нужно. В результате даже достаточно хороший студент (ориентируясь на школьную оценку или баллы по ЦТ) учится на 4–5 (так, чтобы не отчислили). Любой вид работы в таком случае часто откладывается на последний день и делается наспех, что в некоторой степени может создавать и психологическое напряжение, панику, волнение и дискомфорт для студента, но даже это крайне редко приводит к положительным переменам: выполнение работы заранее, может быть в несколько этапов, четкое планирование времени. К сожалению, изменить такую ситуацию в лучшую сторону может изменить только сам студент.

В заключение хотелось бы отметить, что именно способность к самостоятельной работе может сформировать творческого и инициативного профессионала, готового к саморазвитию и самосовершенствованию, а значит быть высококлассным, востребованным на рынке труда специалистом.

Е. В. СЕМЕНИХИНА, М. Г. ДРУШЛЯК

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

О ВЗАИМОСВЯЗИ МНЕМОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Современная молодежь постоянно находится в среде, насыщенной интенсивными информационными потоками. Объем информации, накопленный человечеством, в разы превышает объем знаний, которые могут быть усвоены конкретным человеком. Постоянное увеличение объема информации в сочетании с высокой конкуренцией и требованиями общества, с одной стороны, приводит

к интенсификации образовательного процесса, а с другой, интенсификация учебного процесса приводит к целому ряду нарушений психического и соматического здоровья учащихся, среди которых актуализируется проблема когнитивной нагрузки субъектов обучения.

В процессе обучения математике особая нагрузка приходится именно на память, поскольку в большинстве случаев используются абстрактные вещи: формулы, графики, правила и законы. В этой связи стоит говорить о том, что уровень развития мнемонических процессов учащихся непосредственно влияет на успешность их обучения. Поэтому исследование эффективности различных подходов к запоминанию математической информации на слуху и требует отдельных научных разведок.

Учеными доказано, что процесс запоминания учебного материала проходит интенсивнее при условии привлечения субъектов обучения к активной мыслительной деятельности, использованию ими операций сравнения, анализа, синтеза, классификации, обобщения, что часто требует использования зрительных опор, которые помогают постепенно, без перегрузки, воспринимать и запоминать значимые объекты.

Существенной характеристикой процесса запоминания является мера осмысления запоминаемой информации, чему способствует визуализация учебного материала за счет его структурирования и уплотнения. Целесообразность использования визуализации находит подтверждение в исследованиях многих нейропсихологов. В частности, С. Блейк, С. Пэйп, М. А. Чошанов отмечают, что «мозг ищет смысл посредством установления закономерностей. Беспорядочность и хаос затрудняют продуктивную деятельность мозга. В любой заданной ситуации или потоке информации мозг пытается найти всякий смысл посредством установления закономерностей. Мозг обладает уникальной способностью «видеть» объект одновременно в целом и по частям, в одно и то же время расчленять и собирать его. Иными словами, выполнение взаимно-обратных операций – естественная способность мозга» [1].

Поэтому обращаем внимание на средства компьютерной визуализации, используемые в образовательном процессе. Условно они делятся на четыре группы.

1. Офисные программные продукты со Smart-объектами в виде списка, связи, матрицы, процесса, цикла, иерархии, пирамиды.

2. Программы для реализации майндмепинга – технологии, которая позволяет эффективно восстанавливать информацию, генерировать и фиксировать новые идеи, делать выводы и устанавливать связи между ними путем построения интеллект-карт [2]. Для построения интеллект-карт используют программы X-Mind, Free-Mind, Coggle, Mind-Meister и другие.

3. Программы для создания инфографики – представления учебного материала в виде статистических графиков, карт, диаграмм, схем, таблиц, которые «объясняют», сопоставляют, связывают, сравнивают, прогнозируют ключевые понятия темы. К программам такого типа относятся: Infogr.am, Easel.ly, Vizualize.me, Venngage далее.

4. Сервисы создания скрайбинг-презентаций – синхронного сопровождения устного сообщения (доклада, изложения учебного материала, информационного сообщения и т. п.) рисунками, фломастером на белой доске (листе бумаги). К таким программам относим Sparcol Video Scribe (www.sparcol.com), Pow Toon (www.powtoon.com), Go Animate (www.goanimate.com), Plotagon (www.plotagon.com).

В подтверждение эффективности идей визуализации учебного материала, отметим, что современное поколение учеников имеет преимущественно визуальный тип восприятия информации и клиповое мышление, то есть они воспринимают окружающий мир через яркие, но визуально яркие образы без учета связей между ними. Такое мышление характеризуется фрагментностью, алогичностью, полной разнородностью информации, поступающей с высокой скоростью, переключением между частями, фрагментами информации, отсутствием целостной картины восприятия окружающего мира. Поэтому дополнительное акцентирование на логических связях между информационными единицами при использовании визуализации способствует лучшему запоминанию учебного материала и позволяет уменьшить когнитивную нагрузку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блейк, С. Использование достижений нейропсихологии в педагогике США / С. Блейк, С. Пейп, М. А. Чошанов // Педагогика. – 2005. – № 5. – С. 85–90.
2. Бьюзен, Т. Г. Супермышление / Т. Г. Бьюзен, Б. Н. Бьюзен. – Минск : Попурри, 2003. – 420 с.

А. И. СЕРЫЙ

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

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЭФФЕКТ ЗАМЕДЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ»

При изучении основ специальной теории относительности (СТО) следует учитывать, что в литературе встречаются различные способы вывода формулы релятивистского эффекта замедления времени и различные формулировки самого эффекта. В связи с этим представляется интересным составление сравнительной характеристики указанных способов и формулировок. Ниже такая характеристика представлена в виде таблиц (составленных на основе [1, с. 646; 2, с. 366–367]). При этом U – скорость движения инерциальной системы отсчета (ИСО) K' относительно ИСО K , c – скорость света в вакууме.

Таблица 1. – Основные формулировки релятивистского эффекта замедления времени

Разновидность формулировки	1. Промежуток времени $\Delta t'$ между двумя событиями в той ИСО K' , в которой эти события одноместны, меньше промежутка времени Δt между теми же двумя событиями в той ИСО K , в которой эти события происходят в разных точках [1, с. 646]	2. Стандартный интервал времени $\Delta t'$, измеренный часами в ИСО K' , оказывается с точки зрения наблюдателя в ИСО K продолжительнее стандартного интервала Δt , измеренного по собственным часам в ИСО K [2, с. 366]
Итоговая формула	$\Delta t = \gamma \Delta t', \gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$	$\Delta t' = \gamma \Delta t$
Применяется ли в учебной литературе	на сегодняшний день – да (по крайней мере, на постсоветском пространстве)	на сегодняшний день – как правило, нет (по крайней мере, на постсоветском пространстве)

Полученные два варианта формулы внешне как будто противоречат друг другу (хотя смысл величин Δt и $\Delta t'$ в них разный), поэтому одновременное их использование, по крайней мере, в школьном курсе физики нецелесообразно. Вместе с тем, опираясь на способ вывода второго варианта формулы, можно переработать его таким образом, чтобы все равно прийти к первому варианту, общепринятому в современных школьных и вузовских курсах. При этом полученный способ все равно будет отличаться от распространенного на сегодняшний день [1, с. 646] (см. таблицу 2).

Таблица 2. – Основные способы вывода формулы релятивистского эффекта замедления времени

Способ	Как следствие из преобразований Лоренца (ПЛ)	Через описание мысленного эксперимента, в котором ИСО K' связана с зеркалом, параллельным осям x и x' , а луч света начинает идти к зеркалу в момент совпадения начал координат ИСО K и K'
Используются ли ПЛ	да (на них опирается вывод)	нет
Используются ли постулаты СТО	напрямую – нет, но они использовались при выводе ПЛ	второй постулат (скорость светового луча одинакова в обеих ИСО)
Этапы вывода	1. На основе формулы ПЛ $t = \gamma \left(t' + \frac{vx'}{c^2} \right)$ выражаем Δt через $\Delta t'$ и $\Delta x'$. 2. Полагаем в ней $\Delta x' = 0$	1. Рассматриваем движение луча от начала координат к зеркалу и обратно в ИСО K и K' . 2. По теореме Пифагора получаем $(c\Delta t)^2 - (v\Delta t)^2 = (c\Delta t')^2$. 3. Выполняем нужные преобразования

Создавать подобные таблицы можно как вручную, так и через составление баз данных по основным эффектам СТО с последующим отображением информации в табличной форме. Соответствующие задания могут быть предложены студентам физических специальностей на лабораторных занятиях по информационным технологиям. При этом в школьный курс физики такое подробное

рассмотрение вопроса о релятивистском эффекте замедления времени вводить вряд ли целесообразно, поскольку это с большой вероятностью приведет к путанице и затруднениям в восприятии материала. Несмотря на это, отдельные любознательные учащиеся школ (и их родители) могут найти в литературе по СТО объяснения релятивистского эффекта замедления времени, отличающиеся от принятых в современных учебниках на постсоветском пространстве, и будут обращаться к учителям с соответствующими вопросами. Поэтому студентам педагогических специальностей как будущим школьным учителям физики усвоение таких подробностей целесообразно именно для таких случаев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.
2. Мэрион, Дж. Б. Физика и физический мир : пер. с англ. / Дж. Б. Мэрион. – М. : Мир, 1975. – 624 с.

А. И. СЕРЫЙ

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

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЭФФЕКТ ДОППЛЕРА»

При изучении основ механики и специальной теории относительности (СТО) студенты нередко испытывают трудности, связанные с систематизацией сведений об эффекте Допплера. Обычно это проявляется в недостаточном умении выделять основные сходства и различия между разными типами указанного эффекта, в том числе акустическим и оптическим.

Для более четкой систематизации сведений по указанным вопросам (и другим классификационным признакам) ниже предложены таблицы 1–4 (составленные на основе [1, с. 15–16; 2, с. 651–653, 658–661; 3, с. 60, 322; 4, с. 133, 290]), которые могут быть использованы в образовательном процессе для обобщения и закрепления материала по механике и СТО.

Таблица 1. – Разновидности эффекта Допплера с точки зрения различных классификационных признаков

Классификационный признак	Разновидности эффекта Допплера с точки зрения данного признака
1. Природа волн	акустический и оптический
2. Угол θ между направлениями излучения и движения источника (приемника)	продольный ($\theta = 0$), поперечный ($\theta = \pi/2$), с произвольным углом
3. Наличие материальной среды	в вакууме (только оптический) и в среде (акустический и оптический)
4. Наличие дисперсии среды	простой (одному значению θ при заданной исходной частоте ω_0 соответствует одно значение ω) и сложный (несколько значений ω при тех же условиях)
5. Знак производной от частоты ω по углу θ	нормальный ($\partial\omega/\partial\theta < 0$) и аномальный ($\partial\omega/\partial\theta > 0$)
6. Наличие дополнительных движущихся тел, от которых могут отражаться волны	одиночный (указанных тел нет) и двойной (движущийся объект – одновременно приемник и переизлучатель волн)
7. Стационарность среды	со стационарной средой и параметрический (причем изменение параметров среды не обязательно связано с ее движением)

В каждом конкретном случае эффект Допплера можно отнести к конкретной разновидности с точки зрения перечисленных выше классификационных признаков.

Таблица 2. – Асимметрия эффекта Допплера по отношению к движению источника и приемника

Где наблюдается эффект	В вакууме	В веществе
Акустический эффект	<i>в вакууме звук не распространяется</i>	есть асимметрия, т. к. по ветру звук распространяется быстрее, чем против ветра
Электромагнитный эффект	нет асимметрии (в соответствии со вторым постулатом СТО), т. е. эффект определяется относительной скоростью источника и приемника	есть асимметрия, т. к. электромагнитные волны частично увлекаются движущейся диэлектрической средой

В таблице 3 через V обозначена скорость источника, через U – фазовая скорость волн в среде.

Таблица 3. – Особенности нормального и аномального эффекта Допплера в акустике и оптике

Эффект	Акустический	Оптический
1. При $\cos \theta_0 = v/V$	$\omega \rightarrow \infty$	
2.1. $\partial\omega/\partial\theta < 0$	при $V < v$ ($\forall \theta$) и при $V > v$ (вне конуса $\cos \theta_0 = v/V$)	
2.2. $\partial\omega/\partial\theta > 0$	при $V > v$ внутри конуса $\cos \theta_0 = v/V$	
3.1. Сопутствующие явления в среде при $V > v$	ударная волна	эффект Вавилова–Черенкова
3.2. Название конуса	конус Маха	конус Черенкова
4. Колебания на аномальных частотах	усиливаются, а не затухают	
5. Квантовое объяснение аномального эффекта	излучение фонона с одновременным переходом осциллятора на более высокий энергетический уровень	излучение фотона с одновременным переходом осциллятора на более высокий энергетический уровень

Таблица 4. – Роль эффекта Допплера в методах исследования

	Природа волн	Объекты исследования	Предмет исследования	Метод исследования
1. В астрофизике	только оптическая	звезды, галактики, квазары	скорость движения	по смещению спектральных линий по сравнению с эталонными
		тела в Солнечной системе	скорость вращения	по разности частот излучения от противоположных краев вращающегося тела
2. В спектроскопии		атомы и ионы	температура системы	по уширению спектральных линий
3. В механике	только акустическая	движущиеся звучащие объекты	скорость движения	по разности основных частот при приближении и удалении объекта
4. В локации	акустическая и оптическая	движущиеся цели	скорость движения	по разности между исходной и отраженной от цели частотой

Содержание указанных таблиц можно дополнять другими примерами (это можно предложить учащимся в виде самостоятельных заданий).

Дополнение указанных таблиц конкретными примерами можно осуществлять вручную либо путем составления баз данных по основным эффектам механики и СТО с последующим отображением информации в табличной форме. Соответствующие задания могут быть предложены студентам физических специальностей на лабораторных занятиях по информационным технологиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физическая энциклопедия : в 5 т. / Гл. Ред. А. М. Прохоров ; ред. кол. Д. М. Алексеев [и др]. – М. : Советская Энциклопедия, 1990. – Т. 2. Добротность – Магнитооптика. – 703 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.
3. Мэрион, Дж. Б. Физика и физический мир : пер. с англ. / Дж. Б. Мэрион. – М. : Мир, 1975. – 624 с.
4. Физика. Справочник школьника и студента : пер. с нем. / под ред. проф. Р. Гёбеля. – М. : Дрофа, 2000. – 368 с.

И. Ф. СОЛОВЬЁВА

УО БГТУ (г. Минск, Беларусь)

ИЗ ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Математика нужна для изучения многих наук,
но сама она не нуждается ни в одной из них
П. Каптеров

Каждая современная эпоха ставит перед собой новые конкретные задачи. Новая эпоха требует новых подходов. Кажется, что еще вчера целью высшего образования считалось овладение определенным уровнем знаний, умений и навыков, предписанных учебными планами и образовательными стандартами. Сегодня ситуация совершенно иная. Сфера образования стремительно развивается и требует постоянных нововведений. Меняется ритм жизни, меняется и сама жизнь. Современные студенты с детских лет имеют компьютеры, телефоны, смартфоны и практически все технические новшества.

Образовательный процесс в высшей школе совершенствуется и приобретает все новое и новое развитие.

Система высшего образования должна быть способна не только вооружать знаниями студента, но и формировать его потребность в непрерывном самостоятельном овладении этими знаниями, умениями и навыками. В зависимости от того, как студент начинает учебу, как относится к своим обязанностям, зависит не просто его будущая профессия, но и его будущая жизнь.

XXI век информационных технологий принес в нашу жизнь величайший размах науки и техники, введя практически в каждый дом компьютеры, мобильные телефоны, смартфоны с их колоссальными возможностями и высоко развитым интернетом.

Основным направлением развития технического образования будущих инженеров является создание прочной базы знаний основных предметов, таких как математика, физика, сопротивление материалов, теоретическая механика, инженерная графика, материаловедение. Однако в любой сфере деятельности человека, связанной с инженерией, математике принадлежит главенствующее место [1]. Именно она является фундаментом остальных наук, именно с ее помощью развиваются способности концентрации внимания, логического мышления, аккуратности и точности в любых рассуждениях.

На кафедре высшей математики нашего университета ведутся поиски усовершенствования лекционных и практических занятий, направленные на то, чтобы сориентировать студента на учебу, в частности, помочь ему освоить труднодоступные моменты в курсе высшей математики. Особенно остро встал этот вопрос в первом семестре, когда в связи с пандемией лекционные курсы пришлось перевести на «удаленку». На кафедре срочно были разработаны различные дистанционные курсы и материалы для их проведения.

Лекции в аудиториях отменили и перешли работать в систему дистанционного обучения (СДО). Обучение переместилось с преподавания «оффлайн» посредством лекций и практических занятий на обучение «онлайн». При этом использовалась дистанционная система обучения Moodle, а кроме этого, как никогда раньше, на первый план выходит самостоятельная работа студентов.

Система дистанционного обучения (СДО) – это комплекс образовательных услуг, которые предоставляются с помощью специализированной информационной образовательной среды. Она ориентирована на удовлетворение образовательных потребностей пользователей, то есть, в нашем случае, преподавателей и студентов. СДО является одной из форм непрерывного образования.

В Белорусском технологическом университете система СДО осуществлялась следующим образом: каждый из преподавателей переработал и выложил в интернет свои лекционные и практические материалы для обучения студентов своего потока. Студенты должны были освоить материал самостоятельно и выполнить соответствующие задания в рабочих тетрадях [2]–[4]. Кроме этого, были разработаны презентации по каждой теме курса. При проведении лекционных занятий с использованием презентаций материал усваивался легче, был доступнее. Как потом говорили сами студенты, им такой вид образования даже понравился. Со студентами, отказавшимися идти на дистанционное обучение, практические занятия и консультации проводились в аудиториях.

Некоторые преподаватели читали лекции в системе Zoom. Это сервис для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения студентов. Программа отлично подходит для индивидуальных и групповых занятий, студенты могут заходить как с компьютера, так и с планшета и телефона.

Учение – это очень сложный целенаправленный процесс. Учащемуся необходимы знания, а для их получения – терпение и труд.

Преподавание – это особый подход к каждому студенту.

Из многолетнего опыта преподавания высшей математики мы пришли к выводу, что при изучении как математических дисциплин, так, видимо, и остальных, первое место принадлежит обучению в первом семестре.

От того, насколько грамотно организован учебный процесс и как при этом учитываются индивидуальные особенности каждого студента, насколько быстро у них получится осваивать новые предметы в первом семестре, зависит не только их успеваемость по данному предмету, но и то, насколько успешно они сами смогут организовать учебную деятельность на последующих курсах. Поэтому математику без преувеличения можно назвать самой воспитывающей дисциплиной в техническом вузе, особенно в период адаптации в первом семестре с привлечением дистанционного обучения.

Очень хочется остановиться на работе преподавателей нашей кафедры со студентами заочного факультета. В период растущей пандемии приехать на зимнюю сессию они не могли. Лекционные и практические занятия проводились в системе дистанционного обучения с использованием Moodle (СДО), а также в Zoom. Были подготовлены презентации по каждой теме курса, и преподаватель подробно комментировал их. Студентам все было видно и слышно. Экзамены проводились в аудиториях университета с соблюдением мер предосторожности. Практически все студенты привезли конспекты, записанные по презентациям СДО, несмотря на то, что они живут в разных городах и поселках Беларуси, России, Украины.

Преподаватели нашей кафедры делают все для того, чтобы будущие инженеры грамотно применяли полученные в вузе знания в своей будущей работе на предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волк, А. М. Метод активизации учебного процесса при изучении высшей математики для студентов инженерных специальностей / А. М. Волк, И. Ф. Соловьева // Высшее техническое образование. Научно-методический журнал. – Т. 1. – № 1, 2017. – С. 69–73.
2. Рабочая тетрадь для расчетно-графических работ по высшей математике по теме «Производная функция и ее применение» / О. А. Архипенко [и др.]. – Минск : БГТУ, 2017. – 58 с.
3. Рабочая тетрадь для расчетно-графических работ по высшей математике по теме «Обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы» / А. М. Волк [и др.]. – Минск : БГТУ, 2017. – 50 с.
4. Рабочая тетрадь для расчетно-графических работ по высшей математике по теме «Математическая статистика» / А. М. Волк [и др.]. – Минск : БГТУ, 2017. – 42 с.

Т. В. СТРОГОНОВА

ЗГМУ (г. Запорожье, Украина)

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В УЧРЕЖДЕНИЯХ МЕДИЦИНСКОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Хотя слово инновация было введено в научный дискурс учеными-экономистами для описания рыночных процессов, термин получил широкое использование в других областях исследований, например, в педагогике для обозначения эффективности образовательных процессов. В то же время понятие инновации требует уточнения, поскольку цели достижения экономической эффективности, например, могут противоречить образовательным целям учебного процесса. В данной работе, дистанционные технологии рассматриваются лишь в аспекте эффективности организации процесса обучения и распределения труда.

В условиях ограничительных карантинных мероприятий дистанционные формы обучения явились единственной альтернативой традиционному процессу обучения. Опыт использования MS Teams в учебном процессе преподавания физико-математических дисциплин в медицинском университете позволил сделать такие обобщения и перечислить трудности, с которыми столкнулись преподаватели при организации:

1. Возрастает количество часов на подготовку преподавателя к занятиям. Разработка электронных материалов к лекциям, практическим занятиям, этапу контроля успеваемости требует ежедневно в среднем не менее 3 ч (в зависимости от количества дисциплин, групп, часов, программы)

2. Качество занятий напрямую зависит от технических возможностей системы обучения. Для эффективной организации обучения необходимы скоростные линии передачи видео, а также удобные и гибкие программные интерфейсы, позволяющие не только работать с формулами и графиками, но и качественно контролировать результаты обучения. Эти параметры зависят от материальных возможностей вуза, и их недостаток может ограничить возможности педагогической части системы.

Надо отметить, что системы тестирования могут эффективно выполнять роль тьюторов в том объеме, который недоступен даже преподавателю в процессе очного обучения. В рамках компетентностного подхода отработку навыков решения типовых задач у каждого студента можно доверить системам тестирования. В то же время у преподавателя часы, отводимые на методическую работу, неизбежно возрастут: он должен разработать множество подобных заданий и загрузить их в систему. Эту проблему можно решить путем оптимизации планирования нагрузки и распределения труда.

С учетом вышесказанного, при обучении физико-математическим дисциплинам в медицинском вузе считаем целесообразным использование элементов дистанционного обучения: разработку электронных курсов для самостоятельной работы студентов, использование систем тестирования для отработки навыков решения задач.

ЛИТЕРАТУРА

Стучинська, Н. В. Роль та місце фундаментальних дисциплін у системі вищої медичної освіти / Н. В. Стучинська // Зб. наукових праць Кам'янець-Подільського держ. пед. ун-та. – 2002. – Вип. 8. – С. 319–324.

Л. С. ТУРИЩЕВ

УО ПГУ (г. Новополоцк, Беларусь)

О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Самостоятельная работа студентов (СРС) при изучении строительной механики трактуется как активное и целенаправленное преобразование студентами получаемой информации на всех этапах обучения в знания и основанные на них умения выполнять расчеты сооружений на прочность, жесткость

и устойчивость, применяемые в проектно-конструкторской деятельности инженера-строителя. Под управлением СРС в широком смысле слова понимается многомерное понятие, включающее в себя следующие составляющие [1]:

- планирование;
- нормирование;
- контролирование;
- обеспечение.

Планирование понимается как определение видов СРС, выполняемых студентами при изучении модулей дисциплины, и, в зависимости от изучаемого модуля, может включать в себя следующие её виды:

- подготовка к входному тестированию для проверки базовых знаний и умений по естественнонаучным дисциплинам учебного плана строительной специальности – математике и физике;
- подготовка к входному тестированию для проверки базовых знаний и умений по общепрофессиональным дисциплинам учебного плана строительной специальности – теоретической механике и сопротивлению материалов;
- усвоение базовых принципов, ключевых понятий, гипотез, а также основополагающих формул и уравнений модуля;
- решение типовых задач модуля;
- проведение самотестирования для проверки усвоения содержания модуля и умения решать связанные с ним типовые задачи;
- выполнение разделов расчетно-проектировочной работы (РПР), связанных с изучаемым модулем;
- подготовка к семестровому тестированию для проверки успешности изучения модуля.

Нормирование СРС предполагает расчет необходимого времени для каждого её вида и осуществляется согласно рекомендациям типовой программы дисциплины в пределах количества часов, выделяемых на самостоятельную работу при изучении строительной механики согласно учебному плану строительной специальности.

Контролирование успешности СРС включает в себя, согласно учебной программе дисциплины, следующие составляющие:

1. Проведение входного тестирования для проверки базовых знаний и умений по естественнонаучным дисциплинам – математике и физике.
2. Проведение входного тестирования для проверки базовых знаний и умений по общепрофессиональным дисциплинам – теоретической механике и сопротивлению материалов.
3. Проведение контрольных работ для проверки умений решать типовые задачи модулей курса.
4. Проведение защит РПР, выполняемых при изучении курса.
5. Проведение семестровых тестирований для проверки усвоения и понимания базовых принципов, ключевых понятий, гипотез, основополагающих уравнений и формул модулей курса.

Основная цель обеспечения СРС – оказание информационно-методической помощи студентам в организации и проведении такой работы. Эффективными формами такой помощи могут быть специальные пособия к каждому модулю строительной механики и компьютерная поддержка познавательной деятельности студента для любой формы их изучения.

Жесткие требования рынка труда к качеству подготовки и конкурентоспособности инженеров-строителей требуют адекватной проверки и оценки СРС при изучении строительной механики, которая побуждала бы студентов к активной познавательной деятельности. Успех решения данной задачи во многом зависит от соблюдения при организации проверки и оценке СРС следующих дидактических принципов [2]: действенность, систематичность, индивидуальность, дифференцированность, объективность. При изучении студентами строительной механики наиболее эффективно указанные дидактические принципы соблюдаются при использовании тестовой методики и рейтинговой системы оценки успешности СРС [3].

Успешность СРС существенным образом зависит от её информационно-методического обеспечения. Большую роль в этом играют специальные пособия, которые на междисциплинарной основе содержат методические рекомендации при изучении модулей строительной механики [4]. С этой целью для студентов строительной специальности в серии «Самостоятельная работа студентов» проводится разработка и издание таких пособий, которые и предназначены для оказания помощи в организации СРС при изучении модулей строительной механики.

Особое место в управлении СРС занимает облачный сервис Classroom платформы Google Apps for Education в домене pdu.by [5]. Использование указанной платформы в качестве среды для управления СРС позволяет загружать в Classroom учебные мультимедийные материалы, связанные со строительной механикой, в различных форматах и проводить со студентами on-line консультации в любое удобное для них время. Кроме того, использование сервиса Google Classroom позволяет оперативно оценивать успешность СРС, проводя с этой целью в семестре несколько компьютерных тестирований в режиме on-line. Тестовые задания создаются на Google Диске с помощью сервиса Формы, а ответы студентов с помощью сервиса Таблицы сохраняются в электронной таблице. Использование дополнительного приложения Flubaroo обеспечивает автоматизированную обработку полученных ответов и получение сводных результатов тестирования в виде таблиц и диаграмм, перечня тестовых заданий, на которые часто даются неправильные ответы, и ряда статистических показателей.

Описанная система управления самостоятельной работой при изучении строительной механики способствует развитию познавательной самостоятельности студентов строительной специальности. Развитие познавательной самостоятельности имеет конечную цель – формирование готовности будущего инженера-строителя к активному послевузовскому самообразованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турищев, Л. С. Организация управляемой самостоятельной работы студентов на кафедре механики Полоцкого государственного университета / Л. С. Турищев // Материалы III Белорусского конгресса по теоретической и прикладной механике ; Минск, 12–16 октября 2007. – Минск, 2007. – С. 204–207
2. Зиновьев, С. И. Учебный процесс в советской высшей школе / С. И. Зиновьев. – М., 1968. – 337 с.
3. Беспалько, В. П. Элементы теории управления процессом обучения / В. П. Беспалько. – М., 1971. – 132 с.
4. Турищев, Л. С. Совершенствование методического обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы студентов / Л. С. Турищев // Проблемы высшего образования. Материалы междунар. научно-метод. конф. Хабаровск, 6–8 апреля 2016. – Хабаровск, 2016. – С. 155–159
5. Турищев, Л. С. Применение компьютерных технологий в преподавании строительной механики / Л. С. Турищев // Инновационные подходы в образовательном процессе высшей школы: национальный и международный аспекты. Электронный сб. ст. междунар. научно-практ. конф., посвящ. 50-летию Полоцкого гос. ун-та. Новополоцк, 8–9 февраля 2018. – Новополоцк, 2018. – С. 133–136

В. Н. ХИЛЬМАНОВИЧ, Е. Я. ЛУКАШИК, Е. П. НАУМЮК
УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

Современное медицинское оборудование сегодня невозможно представить без привлечения персональных компьютеров и программного обеспечения. Именно поэтому физический практикум в медицинском вузе должен быть построен на базе современных подходов к образовательному процессу, что не представляется возможным без применения информационных технологий. Новое поколение студентов давно стерло границы между реальным миром и виртуальным. Процесс обучения такого поколения будет интересным и эффективным в той среде, где они чувствуют себя комфортно и уверенно. Поэтому применение сетевых и Internet-технологий, а также физических приборов, сопряженных с компьютером, для разработки ряда лабораторных работ физического практикума по медицинской и биологической физике является актуальным и своевременным.

Целью данной работы стала разработка коллективом авторов ряда лабораторных работ физического практикума по медицинской и биологической физике с применением информационных технологий. Например, нами внедрены в учебный процесс работы по темам «Акустика», «Спектры атомов и молекул. Люминесценция» и др. Работа «Измерение спектральной характеристики уха

на пороге слышимости» по акустике выполняется с помощью программной среды, содержащей программный звуковой генератор Sine Gen 2.1, работающий в диапазоне от 15 Гц до 20 кГц и виртуальный аудиометр. Генератор имеет множество настроек (таймер, фазовые сдвиги, подстройка), которые допускают любую точность и доступны в реальном времени, есть память настроек. На испытуемого надевают наушники и предлагают выбрать нужную частоту сигнала (как правило, это стандартно используемые частоты 125, 250, 500, 1000 Гц и т. д.). Вывод звука только на одно ухо. Затем движком регулятора звука уменьшаем выходную мощность через 0,5 дБ до момента исчезновения звука. Определение порога слышимости на каждой частоте проводим три раза с последующим усреднением результатов.

Лабораторная работа по теме «Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Основы спектрального анализа. Люминесценция. Наблюдение и исследование спектров испускания и поглощения» предназначена для изучения основ оптической спектроскопии. Используется малогабаритный спектрометр S100 (СОЛАР ЛС), предназначенный для спектрального анализа источников света в широкой спектральной области (190 – 1100 нм). В комплекте со спектрометром работает программа «CCD Tool», предназначенная для измерения и обработки спектров и позволяющая определять длины волны, интенсивности и полуширины спектральных линий. Возбуждение флуоресцирующих веществ: флуоресцина, эозина, родамина – осуществляется лазерным источником с длиной волны 409 нм (лазерная указка).

Общим для всех работ является применение приборов, сопряженных с компьютером, и базы компьютерной данных для дальнейших исследований и обработки. В качестве примера рассмотрим лабораторную работу по теме «Тепловое излучение тел».

Применение информационных технологий в лабораторном практикуме по медицинской и биологической физике требует пересмотра его приборного и аппаратного содержания. Для реализации нового подхода был использован малогабаритный спектрометр S100 (СОЛАР ЛС), предназначенный для спектрального анализа источников света в широкой спектральной области, охватывающей ультрафиолетовую, видимую и ближнюю инфракрасную области спектра (190-1100 нм). Спектрометр сопряжен с персональным компьютером. Программное обеспечение организуется программой «CCD Tool», предназначенной для измерения и обработки спектров. Используя режим лямбдаметра, возможно определение длины волны и полуширины спектральных линий источников оптического диапазона. В качестве приближения к «черному телу» применялась галогенная лампа на 12 В, на которую подавалось напряжение от 0 до 12 В. Для каждого использованного значения напряжения измеряли ток, чтобы получить сопротивление нити накала и, следовательно, ее температуру. Спектр излучения был получен с помощью спектрометра S100. В лампах накаливания, в том числе галогенных, видимое излучение создается за счет накаливания нити за счет тепла, в соответствии с законом Джоуля-Ленца. Для металлического проводника значение электрического сопротивления изменяется в зависимости от температуры в соответствии с соотношением (приблизительным, но действительным в широком диапазоне температур)

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)], \quad [1]$$

где T_0 – комнатная температура, составляющая 300К, T – температура нити, α – температурный коэффициент сопротивления. Для вольфрама, который является основным элементом нити накаливания лампы накаливания, среднее значение α составляет $4,5 \times 10^{-3} \text{K}^{-1}$. Следовательно, измеряя значение сопротивления при комнатной температуре R_0 , например, с помощью омметра, и вычисляя R на основе измерения разности потенциалов и силы электрического тока включенной лампы ($R = U / I$), можно определить сопротивление нити R формуле [1]. На основании законов теплового излучения, а именно законов Вина и Стефана-Больцмана рассчитывается максимальное значение длины волны и интенсивности соответственно.

После ознакомления с принципом измерения и анализа спектров, демонстрируемым преподавателем, студенты самостоятельно работают с прикладной программой «CCD Tool», установленной на учебных компьютерах. Каждому студенту предлагается изучить 5 спектров, выбранных из 60 записанных спектров лампы накаливания, при разных напряжениях и соответственно при разных температурах накала. Задания носят индивидуальный характер. Базу заданий формирует

преподаватель на основе записанных им спектров. К описанию лабораторной работы прилагается также видео с пошаговой инструкцией по работе с программой. Предлагаемая работа легко трансформируется для дистанционной формы обучения на сетевую платформу «Moodle».

Заключение. Разработаны лабораторные работы физического практикума по медицинской и биологической физике с применением информационных технологий. Также разработан пошаговый алгоритм выполнения работ, сопровождающийся видеоматериалами. Создана компьютерная база данных для индивидуальных заданий студентам.

Предлагаемые лабораторные работы решают сразу две задачи занятия: студенты приобретают навыки работы с компьютерной программой, работая при этом с реальным физическим прибором, сопряженным с компьютером, и осваивают основы спектроскопии – одного из самых востребованных методов в медицинских исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукашик, Е. Я. Изучение спектров оптического диапазона в курсе медицинской и биологической физики / Е. Я. Лукашик, В. Н. Хильманович // Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем : тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня основания Белорусского государственного университета и XIV съезда Белорусского общественного объединения фотобиологов и биофизиков. – Минск, 17–19 июня 2020 г. – С. 230.

2. Хильманович, В. Н. Активные демонстрации как элемент инновационной технологии в преподавании физики в высшей школе / В. Н. Хильманович, Н. В. Матецкий // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : сб. материалов X Юбилейной Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 27–30 марта 2018 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол. : И. Н. Ковальчук (отв.ред.) [и др]. – Мозырь, 2018. – С. 91–92.

В. А. ШИЛИНЕЦ

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

О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ (В ЭКОНОМИКЕ)»

Для продуктивной деятельности в современном информационном мире требуется достаточно прочная базовая математическая подготовка. Компьютеризация общества, внедрение современных информационных технологий требуют высокой математической грамотности человека буквально на каждом рабочем месте. Без базовой математической подготовки невозможна постановка образования современного человека. Важным для жизни в современном обществе является также и формирование математического стиля мышления, проявляющегося в овладении определенными умственными навыками. Математическое образование вносит свой вклад и в формирование общей культуры человека.

Большой опыт преподавания математических дисциплин в учреждениях высшего образования дает возможность автору данной работы отметить ряд недостатков в математической подготовке современных школьников.

Следует заметить, что некоторые первокурсники не владеют достаточно развитой техникой устных и письменных вычислений. Многие из них плохо знают не только действия с обыкновенными дробями, но и делают ошибки в вычислениях с десятичными дробями. Очень часто ученики не ставят скобки там, где они необходимы; делают ошибки при раскрытии скобок, когда перед ними стоит знак минус. Школьники неуверенно оперируют формулами сокращенного умножения, не обладают знаниями свойств степеней и арифметических корней. В результате они делают ошибки при решении примеров на преобразование алгебраических выражений с целыми и дробными показателями.

Очень слабым местом у будущих студентов являются темы, связанные с функциональными зависимостями. Они не владеют знаниями свойств тригонометрических, показательных, логарифмических и степенных функций. У школьников не развита графическая культура: они не научились свободно строить и читать графики, видеть на графике свойства функций, применять приемы преобразования графиков.

Отдельно необходимо отметить недостаточное знание тригонометрии. У школьников не сформированы умения выполнять тождественные преобразования тригонометрических выражений, поскольку они не знают в достаточной мере тригонометрические формулы. У учащихся не сформированы умения решать простейшие тригонометрические уравнения.

Огромнейшие проблемы у школьников вызывают вопросы из геометрии (особенно стереометрии).

Причин такого положения несколько. Попробуем их проанализировать.

Первая причина – это расширяющийся поток «мусорной» информации: на телевидении, в компьютерных сетях, в большом количестве внешне блестящих, но по существу тупых игр и компьютерных игрушек.

Вторая причина – сформировавшийся культ потребления материальных благ, на фоне которого интеллектуальная деятельность не только теряет цену в сознании молодежи, но даже грубо высмеивается.

Третья из причин такого положения – средние и даже низкие профессиональные качества учителей, особенно в таких областях, как методика преподавания, практическая психология, в виду недостаточно высокого качества подготовки выпускников педагогических учреждений высшего образования. В последние годы в образовании сильно перегибают, внедряя всюду без разбора и проверки новые компьютерные технологии. Большинство молодых учителей прилично владеет умениями пользователя компьютера и считает, что этого достаточно для успешной работы в школе. Но следует отметить, что это не сможет заменить традиционные, классические уроки, а может помочь только повысить их эффективность, увеличить скорость обработки информации.

Необходимо отметить непонимание особой роли математики в системе образования. Математика является дисциплиной непрерывной: не изучив базовые понятия, ученик в принципе не сможет двигаться дальше. Математика является системообразующей дисциплиной, где новые знания опираются на уже приобретенные.

Одна из причин многих педагогических провалов, на взгляд автора, заключается в укоренившейся демагогии относительно большой перегрузки детей домашними заданиями. Можно с уверенностью утверждать обратное – грамотное увеличение объемов домашних заданий поможет решению многих насущных задач.

Немаловажной причиной ухудшения качества подготовки школьников является неуклонное падение мотивации получения высшего образования вообще и математического в частности.

Эта проблема имеет две грани – уменьшается как мотивация изучения математики учениками, так и мотивация повышения качества преподавания учебного предмета учителями. Повышение мотивации обучения – сложная проблема, но любой, даже малый шаг на пути ее решения принесет ощутимые положительные результаты.

Теперь об одной из самых болезненных для профессионалов тем – о геометрии. С большим прискорбием можно констатировать, что этот предмет в средней школе умирает и находится в стадии агонии (исключение составляют лишь спецшколы). Любой серьезный специалист знает, что из всех разделов математики именно геометрия является наиболее всесторонне развивающим предметом.

Одна из негативных причин – это централизованное тестирование. Учителя не учат предмету, а натаскивают на тестирование. Многие школьники не понимают, что математические утверждения нужно доказывать.

Известный российский математик и педагог, член-корреспондент АН СССР Л. Д. Кудрявцев писал: «С помощью тестов нельзя проверить способность к творческой умственной деятельности, к научно-исследовательской работе: из тяжелодумов, думающих медленно, но основательно, могут получиться настоящие ученые, конструкторы, врачи и другие хорошие специалисты».

Заметим, что кардинального улучшения состояния преподавания и повышения качества знаний можно добиться, лишь решая все проблемы в комплексе.

Для повышения качества математической подготовки предлагаю перед изучением студентами специальности «Информационные системы и технологии (по направлениям)» учебной дисциплины «Математика» организовать для обучающихся факультативный курс «Введение в высшую математику». Содержание этого факультативного курса может быть следующим.

Формулы сокращенного умножения. Квадратные уравнения и неравенства. Дробно-рациональные уравнения и неравенства. Метод интервалов. Уравнения и неравенства с модулем. Преобразование алгебраических выражений, содержащих иррациональности и дробные показатели степеней.

Арифметическая и геометрическая прогрессии. Построение графиков с использованием геометрических преобразований. Свойства логарифмов. Преобразование выражений, содержащих логарифмы. Логарифмические и показательные уравнения. Логарифмические и показательные неравенства. Соотношения в прямоугольном треугольнике. Свойства треугольников и четырехугольников. Определение, свойства и графики тригонометрических функций. Обратные тригонометрические функции. Формулы тригонометрии. Доказательство тригонометрических тождеств. Решение тригонометрических уравнений.

Считаю, что повторение и закрепление некоторых разделов школьного курса математики позволит студентам указанной выше специальности успешно освоить важнейшую учебную дисциплину – «Математика».

С. Н. ЩУР

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

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ К ВОСПИТАНИЮ СОЗНАТЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ УЧАЩИХСЯ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В условиях демократизации и гуманизации социокультурной сферы, общественной жизни значительно актуализировалась проблема реализации прав и свобод человека, воспитания культуры его поведения. Человек как мерило общественного процесса, как субъект учебно-воспитательного процесса – такова ключевая идея, лежащая в основе современной гуманистической педагогики, которая, безусловно, находит своё отражение и в сфере профессионального педагогического образования, определяя основные направления подготовки педагогических кадров.

Поведение педагога, его личностная, а затем и профессиональная культура регулируется во всех сферах профессиональной деятельности и общественной жизни, моралью и дисциплиной.

Дисциплина как объект познания и воспитания в различные исторические периоды привлекала внимание педагогов-исследователей, находя отражение в их теоретической и практической деятельности. Своё видение сущности дисциплины и подходы к её формированию и поддержанию в образовательном процессе мы изложили в статье "Психолого-педагогические подходы к пониманию сущности дисциплины: исторический аспект и современное состояние" [1, с. 102–109].

К настоящему времени возникло известное противоречие между состоянием научной разработанности и реальным уровнем теоретической и практической готовности будущих педагогов к воспитанию сознательной дисциплины учащихся.

Таким образом, объектом нашего исследования выступает дисциплина как социально-психологическое образование личности в его сущности, содержании, структуре и динамике развития, которая является одним из слагаемых профессиональной подготовки студента в педагогическом вузе, а непосредственно предметом исследования процесс – подготовки студентов к воспитанию сознательной дисциплины учащихся учебных заведений.

На наш взгляд, для совершенствования процесса профессиональной подготовки будущего педагога, в том числе и в области воспитания сознательной дисциплины у учащихся, требуется выстроить и реализовать максимально субъективированную трёхуровневую педагогическую систему:

– «представленческий уровень», предусматривающий вооружение студентов социально-психологическими представлениями об учебной дисциплине и дисциплинированности учащихся;

– «аналитический уровень», формирующий прогностические умения по оценке, анализу и регулированию динамики дисциплинированности учащихся;

– «конструктивный уровень», предусматривающий освоение студентами конструктивно-организаторскими умениями по формированию дисциплины и её поддержанию в учебной группе и руководству деятельности учащихся по соблюдению ими правил распорядка в учебном заведении.

С подходами к реализации и эффективностью подобной педагогической системы можно ознакомиться в исследовании Р. А. Рогожниковой [2].

Психологическим механизмом собственной дисциплинированности будущего педагога и формирования готовности к ее воспитанию у учащихся выступает нравственная ориентация педагога и учащегося на понимание, принятие и уважение интересов «друг друга».

По мнению П. Ф. Каптерева, "школьная работа есть совместная работа многих – учителя и учащихся для их взаимной пользы. Совместная работа и жизнь многих невозможны без определенного порядка; порядок есть необходимое условие жизни в обществе и совместной работы. Порядок школьной жизни есть дисциплина. Ее задача – устройство личной жизни образуемого в школе в согласии с жизнью других обучающихся и учителя; дисциплина есть охрана личности учащегося и учителя против насилия школьного общества, и школьного общества против насилия отдельного учащегося и учителя. Привести в гармонию интересы отдельных образуемых, учителя и всего школьного общества и тем создать основу для дружной совместной работы всех – вот к чему должна стремиться дисциплина. Очевидно, она должна быть разумна, ясна для всех, быть выражением воли всего школьного общества, интересов всех; она, конечно, должна сообразоваться с возрастом и развитием учащихся". [3, с. 387].

При проведении исследования по обозначенному вопросу мы тесно связываем понятия «дисциплина» и «дисциплинированность», рассматривая дисциплинированность как проявление нравственного отношения к человеку, являющегося ядром формирующейся дисциплины.

С точки зрения внешней, социально-объективной, такое отношение выступает как «дисциплина», с точки зрения субъективной, внутренней, индивидуальной, это явление предстает как «дисциплинированность».

И дисциплина, и дисциплинированность, выступают прежде всего, как нравственные образования объекта, которым является человек.

Под дисциплиной мы понимаем совокупность норм и правил поведения, устанавливаемых в учебном обществе в целях совместной социальной деятельности учащихся как в процессе образования, так и вне его. А понятие "дисциплинированность" – это интегральное качество личности, определяющее нравственное отношение учащегося к окружающему его учебному сообществу и проявляющееся в выполнении общепринятых норм поведения.

При формировании сознательной дисциплины у учащихся можно выделить следующие качественные показатели:

- осознание значимости дисциплины и дисциплинированности в обществе и понимание необходимости соблюдать дисциплину, принимать требования учебного заведения как личностноценное, как условие социализации личности обучаемого в образовательной среде;

- ответственное отношение учащегося к учебному сообществу, совместной образовательной деятельности, предусматривающее готовность личности к участию в общественно полезных делах, оказанию посильной помощи другому человеку, выполнению поручений в интересах окружающих людей и самого себя;

- бережное отношение к общественной собственности как результату труда человека, уважительное отношение к личной собственности;

- самостоятельность и инициатива, проявляющиеся в осознании потребности в самостоятельной творческой деятельности на благо себя и учебного сообщества и в способности принимать ответственные решения, находить пути и средства выполнения поставленных задач;

- самооценка личности и стремление к самосовершенствованию;

- участие в выработке общественного мнения, направленного на поддержание дисциплины, непримиримость к недисциплинированности, аморальным и антиобщественным поступкам.

Важным условием готовности будущих педагогов к воспитанию сознательной дисциплины у учащихся, на наш взгляд, является тезис о диалектике свободы и необходимости, единство общего и единичного (особенного), о деятельностной сущности и социальной детерминации становления и развития личности.

Так, в понятии «Дисциплина», приведенном в российской педагогической энциклопедии, подчеркнута, что дисциплина неотждествима полностью со свободой: "Поэтому дисциплина (как и необходимость) – не есть вся свобода. Она лишь та её часть, которая обеспечивает условия и возможность каждому быть самостоятельной, самодеятельной, творческой личностью, не умаляя при этом интересы других, интересы свободного развития всех" [4, с. 274].

В нашем понимании свобода личности в выборе самостоятельного поступка не есть её свобода от социальной ответственности. Напротив, чем выше мера понимания и внутреннего принятия свободы как пережитой и осознанной необходимости, тем устойчивее моральные принципы личности, тем полнее раскрываются ее социальная сущность, надситуативная активность, гармонизация и гуманизация ее отношений к миру, к окружающему обществу, к самой себе.

Свобода и необходимость, права и обязанности, взятые в их единстве, порождают дисциплину мысли, чувств, воли, поведения, которая не подавляет личность, а придает ей острую социальную значимость.

Подготовка студентов к воспитанию сознательной дисциплины учащихся представляет собой одну из подсистем целостного педагогического процесса педагогического вуза. В связи с этим необходим целенаправленный отбор знаний по формированию дисциплины и дисциплинированности в содержании социогуманитарных и психолого-педагогических дисциплин.

Так, курс философии может обеспечить понимание дисциплины как социального явления, в основе которого лежит положение о свободе как наличии выбора и как осознанной необходимости, курс психологии призван выявить психологическую сущность дисциплины, определить роль формирования привычки подчиняться необходимому в воспитании дисциплинированного поведения.

Анализ содержания дисциплин педагогического цикла привел нас к выводу, что все они содержат в себе потенциальные возможности для подготовки студентов к воспитанию сознательной дисциплины учащихся.

Курс «Введение в специальность» служит формированию у будущих учителей педагогического мировоззрения, ознакомлению их с гуманистическими основами педагогической деятельности, формируя познавательные мотивы (интерес к педагогическим дисциплинам, осознание их значимости для работы учителя), мотивы гуманного отношения к ученику, лежащие в основе воспитания дисциплинированности.

В процессе освоения курса «Теория и методика воспитания» студенты убеждаются в том, что успех в формировании дисциплины в учебной группе и поддержание дисциплинированности учащегося определяется владением им педагогическим инструментарием, использованием разнообразных форм, методов, приёмов и др. В данном курсе они вооружаются методической системой воспитательных воздействий, позволяющей осуществлять нравственную ориентацию. Такие темы данного курса, как «Педагогическое общение», «Общие методы воспитания», «Коллектив и его роль в формировании личности учащегося», «Основы нравственного воспитания учащихся», «Основы трудового воспитания», создают достаточную теоретическую основу для последующего самостоятельного влияния на воспитание учащихся.

При изучении курса «Дидактика» рассматриваются такие аспекты, как: поведение учащегося на уроке и мотивация его деятельности; ценностные суждения учащихся о дисциплине; соотношение суждений с реальными проявлениями дисциплинированности на уроке, причины недисциплинированности учащихся; влияние организационных форм учебной деятельности на воспитание данного нравственного качества; организация общения на уроке с целью воспитания дисциплинированности учащихся.

Ориентация указанного цикла дисциплин, ряда теоретических вопросов всего спектра подготовки специалиста на проблему дисциплины, на наш взгляд, окажет существенное влияние на профессиональное становление будущего учителя, поменяет отношение студентов к дисциплине, стимулирует у них внутренние установки на развитие дисциплинированности через совокупность психологических условий, которые можно обозначить триадой: «это требуется», «это у меня отсутствует», «это следует развивать». Такой подход позволит целенаправить содержание образования, нравственные ориентации, мотивы жизнедеятельности студента на формирование у него осознанной дисциплинированности и позитивное отношение к дисциплине как процессу.

В ходе проведения практических и лабораторных занятий необходимо вывести студента на аналитический уровень готовности к воспитанию сознательной дисциплины учащихся.

На этих занятиях студенты убеждаются в том, что метод становится эффективным инструментом формирования личности, закрепляется на практике теоретическая подготовка студентов по формированию сознательной дисциплины учащихся.

В целях освоения технологии обучающего воздействия требуется, чтобы методика проведения лабораторно-практических занятий была максимально приближена к профессиональной деятельности педагога в учебном заведении, где студентам предоставляется возможность занять позицию субъекта обучения и воспитания и содействует тренингу у них перцептивных, речевых и коммуникативных способностей. А, например, выполнение студентами упражнений на идентификацию эмоциональных состояний лиц, изображенных на фотографиях, на умение выражать собственное эмоциональное состояние посредством голоса, мимики и пантомимики способствует освоению педагогической техники, которая оттачивает, отшлифовывает, эмоционально обогащает действие методов и приемов, формирующих сознательную дисциплину учащихся.

Личностно-деятельностная направленность лабораторно-практических занятий создаёт условия, в которых студент становится активным субъектом профессионального обучения. Подобный подход к обучению воспитывает стремление к самоанализу, к личностному и профессиональному самовоспитанию. Направленная тренировка студентов в специально моделируемых учебных и реальных (практических) педагогических ситуациях нестандартного типа развивает у них готовность к педагогической импровизации, формируя индивидуальный стиль педагогической деятельности, развивая гуманные отношения среди студентов, рефлексию студентов как способности понимания другого человека, устойчивости товарищеских эмоциональных привязанностей, объективной оценки поведения других людей.

Освоению студентами технологии воспитания дисциплины учащихся может способствовать использование на лабораторно-практических занятиях таких эффективных методов, как тренинги профессионально-педагогического общения и ролевые игры.

Выходя на аналитический уровень приобретения профессиональных умений в процессе педагогической практики, будущие учителя закрепляют методические основы организации процесса воспитания сознательной дисциплины учащихся: осваивают диагностику уровней дисциплинированности в тех классах, в которых закреплены на педагогическую практику; на основании полученной информации осваивают деятельность по усилению мотивации поддержания сознательной дисциплины в учебной группе. Обучаясь элементам педагогической коммуникации, студенты приобретают необходимый опыт управления профессионально-педагогическим общением с учетом уровня дисциплинированности учащихся.

Проводя общедидактический анализ «открытого» урока, студенты устанавливают зависимость между состоянием дисциплины на уроке, готовностью педагога и учащихся к уроку, его организации и содержания, педагогической этики. Цель такой практики – подвести студентов к выводу, что урок занимает ведущее место в учебной деятельности, где дисциплина формируется и проявляется ежеминутно и является результатом хорошо подготовленного урока, воплощающего такие принципы социальных отношений, как взаимоуважение, ответственность, взаимопомощь.

Приобщению к исследовательской работе, выработке научного подхода к решению проблемы воспитания сознательной дисциплины учащихся способствует научно-исследовательская работа студентов, которая создаёт возможность обобщать и анализировать опыт лучших педагогов, самостоятельно работать с педагогической литературой, целенаправленно вести наблюдения в учебном заведении по месту педагогической практики.

Такая выстроенная теоретическая, методическая и практическая подготовка, на наш взгляд, позволит овладению студентами конструктивным уровнем и в целом реализовать указанную субъективированную трёхуровневую педагогическую систему, в процессе которой студент обучается конструированию методической системы учебно-воспитательного процесса, позволяющей осуществить нравственную ориентацию на человека, внедрению модели формирования сознательной дисциплины учащихся в процессе самостоятельной педагогической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щур, С. Н. Психолого-педагогические подходы к пониманию сущности дисциплины: исторический аспект и современное состояние / С. Н. Щур // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. – 2019. – № 2 (54) – С. 102–108.
2. Рогожникова, Р. А. Подготовка студентов педвузов к воспитанию сознательной дисциплины школьников : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Моск. пед. гос. ун-т. – М., 1992. – 16 с.
3. Каптерев, П. Ф. Дидактические очерки: Теория образования / П. Ф. Каптерев. – М. : Книга по требованию, 2017. – 442 с.
4. Дисциплина // Российская педагогическая энциклопедия : в 2 т. – М., 1993. – Т. 1 : А-М. – 607 с.



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

Е. В. АРТЁМОВА

ГУО «Средняя школа № 45 г. Могилёва» (Могилёв, Беларусь)

ФОРМИРОВАНИЕ МЕДИАКУЛЬТУРЫ ПЕДАГОГОВ КАК ОСНОВА НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Современный этап развития образования связан с глобальными социально-культурными и техническими изменениями, которые требуют всестороннего исследования реальности и медиамира в целом. Культура высокоразвитого информационного общества существенно отличается от культуры предшествующих эпох комплексным, системным характером, диагностичностью, гибкостью мышления, воспроизведением и реализацией инноваций.

Педагогу необходимо развиваться для того, чтобы соответствовать современному информационному миру, неотъемлемой частью которого стали информационно-коммуникативные технологии: медиасреда, медиамир, медиакультура и медиаобразование. Неуклонно возрастающая роль медиа в жизни и образовании педагога актуализирует развитие его медиаобразования и медиаобразовательной деятельности. Таким образом, педагоги обязаны обладать высоким уровнем медиакультуры, которая позволит им эффективно работать с информацией и успешно развивать медиаграмотность и медиакомпетентность обучающихся, а также получать непрерывное образование, развивать личность и повышать профессионализм в современных условиях развития образования.

Рассмотрим понятия медиаграмотности и медиакомпетенции. Медиаграмотность – это способность анализировать, критиковать и усваивать информацию, распространяемую средствами массовой информации различного рода, вида и формы. Медиакомпетенция, в свою очередь, – это способность использования знаний и умений в области познания медиамира в учебной и внеучебной деятельности человека (в частности педагогов).

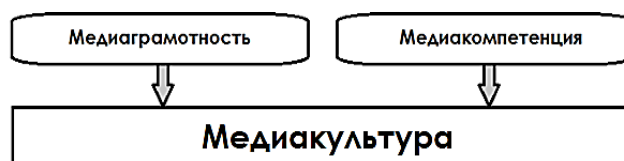


Рисунок 1. – Взаимосвязь понятий «медиаграмотность» и «медиакомпетенция»

Таким образом, оба понятия являются частью медиакультуры (рисунок 1). Медиакультура – это часть личности педагога, которая способствует использованию, анализу и передаче медиатекстов в различных формах и жанрах для совершенствования своего образования.

Существуют критерии медиакультуры человека (педагога):

- 1) умение адекватно формулировать свою потребность в информации;
- 2) эффективно осуществлять поиск нужной информации во всей совокупности информационных ресурсов;
- 3) анализировать информацию и создавать качественно новую;
- 4) вести индивидуальные информационно-поисковые системы;
- 5) адекватно отбирать и оценивать информацию;
- 6) способность к информационному общению;
- 7) компьютерная грамотность.

Формирование медиакультуры, медиаграмотности и медиакомпетентности – сложный процесс, требующий объединения усилий всего педагогического коллектива. Эффективность процесса будет зависеть от того, насколько сам педагог заинтересован и готов принять в нем участие.

Педагогический коллектив учреждений образования активно внедряет медиатехнологии в учебный процесс. Каждый педагог имеет дома ПК или ноутбук с выходом в Интернет, что позволяет повышать свою медиакультуру, медиаграмотность и медиакомпетентность:

- принимать участие в дистанционных олимпиадах и конкурсах, получая за участие дипломы и сертификаты;
- принимать участие в вебинарах, онлайн-конференциях, онлайн-семинарах, онлайн-уроках, получая за участие дипломы и сертификаты;
- проходить дистанционные курсы повышения квалификации;
- разрабатывать свои сайты для публикации на них информации и обмена опытом с другими педагогами;
- принимать участие в различных образовательных проектах.

Таким образом, использование медиатехнологий существенно облегчает подготовку к занятиям и позволяет разнообразить их.

Использование медиатехнологий является частью формирования медиакультуры в непрерывном образовании педагога для подготовки обучающихся к современному миру, что является главной и самой важной целью современных образовательных учреждений. Педагог обязан быть всесторонне развитой личностью, чтобы стать «ключом» к современному медиамыру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Культурно-образовательное пространство современного человека: коллективная монография / Под ред. профессора Ю. Г. Голуба. – Саратов : Саратовский источник, 2010. – 167 с.
2. Метапредметный подход в образовании: от теории к практике : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. 27 октября 2015 года / ред. кол. : И. А. Старовойтова [и др.] ; под общ. ред. В. В. Тюко. – Могилёв : УО «МГОИРО», 2015. – 274 с.

Г. Г. АСТАПЕНКО,¹ С. Р. БОНДАРЬ²

¹УО «Зимовицкий детский сад – базовая школа Мозырского района» (д. М. Зимовищи, Мозырский район, Беларусь)

²УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА УРОКАХ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ 5–6 КЛАССОВ

Самостоятельность – это качество человека, которое характеризуется сознательным выбором действия и решительностью в его осуществлении. Самостоятельность формируется с раннего детства и присуща в той или иной степени каждому человеку. Самостоятельная работа – это высшая работа учебной деятельности школьника и является компонентом целостного педагогического процесса, поэтому ей присущи такие функции, как воспитательная, образовательная, развивающая [1, с. 105].

На наш взгляд, организация самостоятельной деятельности на уроках математики – это тот фактор, который положительно влияет на развитие математических способностей учащихся, так как обеспечивает увлечённость учащихся учебным процессом, повышает внимание, развивает логику.

При переходе на II ступень общего среднего образования, анализируя результаты математических возможностей учащихся в начале учебного года, необходимо отметить, что учащиеся 5 классов не сразу адаптируются и понимают требования учителя. Они недоверчивы, темп работы замедлен, поэтому сразу требовать от них самостоятельной работы нецелесообразно, необходимо учить их планировать свои действия при выполнении определенных заданий.

Проблема самостоятельности учащихся при обучении не является новой. Этому вопросу отводили исключительную роль ученые всех времен. Особенно четкие концепции о роли самостоятельности в приобретении знаний имеются в трудах К. Д. Ушинского, П. И. Пидкасистого, И. А. Зимней, в которых существуют разные определения понятия «самостоятельная работа».

П. И. Пидкасистый дает такое определение: «Самостоятельная работа – это такая работа, которая выполняется без непосредственного участия учителя, но по его заданию, в специально предоставленное для этого время, при этом учащиеся сознательно стремятся достигнуть поставленной цели» [2, с. 15].

При этом самостоятельная работа учащихся при изучении математики в школе является важной составляющей учебно-воспитательного процесса. Её целесообразно рассматривать как форму учебной деятельности учащихся на уроках математики, которая осуществляется под руководством учителя. В ходе самостоятельной работы учащиеся полностью либо с помощью учителя выполняют различные задания.

Опыт применения самостоятельной работы позволил сформулировать признаки эффективного её применения:

- логически выстроенная система заданий;
- учёт уровня понимания материала учебным заданиям;
- разноуровневые задания;
- выбор учащимися более сложных задач;
- разумное сочетание самостоятельной работы с другими формами и методами обучения.

При обучении математике применяются устные и письменные самостоятельные работы, классные и домашние, групповые, фронтальные и индивидуальные. Самостоятельную работу как прием обучения применяем на разных этапах урока. На этапе закрепления новых знаний и способов действий она занимает 7–8 мин., на этапе применения знаний и способов действий – до 11–13 мин., а на этапе контроля и самоконтроля знаний и способов действий – до 30 мин.

В своей работе используем следующие формы и виды самостоятельной работы:

- по дидактическим целям (обучающие, тренировочные, закрепляющие, повторительные, развивающие, творческие);
- по степени индивидуальности (групповые, индивидуальные);
- по источнику и методу приобретения знаний (работа с книгой, решение и составление задач, лабораторные и практические работы, подготовка докладов, рефератов);
- по месту выполнения (классные и домашние);
- по форме выполнения (устные, письменные, тесты).

Использование различных видов работ необходимо, чтобы поддерживать устойчивый интерес учащихся к учению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабалевский, Ю. Д. Самостоятельная работа учащихся в процессе обучения математике : книга для учителей / Ю. Д. Кабалевский. – М. : Просвещение, 2008. – 125 с.
2. Пидкасистый, П. И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении : книга для учителей / И. П. Пидкасистый. – М. : Просвещение, 2002. – 240 с.

О. Н. БЕЛАЯ, Н. А. КИЗИНО

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

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПО ФИЗИКЕ

В условиях инновационного развития общества особую значимость приобретает информационное сопровождение образовательного процесса. Именно создание современной информационно-образовательной среды в учреждениях общего среднего образования является приоритетной задачей, стоящей перед общим

средним образованием Республики Беларусь до 2030 года. Таким образом, информатизация образования в настоящий момент рассматривается как один из основных путей трансформации образовательной системы. Соответственно, перед учителями встает новая проблема разработки образовательного контента для проведения занятий и вопрос создания дидактических средств обучения и, соответственно, разработки новых технологий обучения, что является актуальной проблемой дидактики [1].

На данном этапе модернизации системы образования многие дидактические средства, которые использовали учителя в качестве раздаточного материала, переводятся в электронный формат. Несомненно, простое размещение информации в электронном виде на различных образовательных платформах теряет свою целесообразность. Необходима модернизация таких дидактических средств с целью соответствия их основным дидактическим и методическим требованиям, предъявляемым одновременно как к наглядным средствам обучения, так и к информационно-коммуникационным технологиям.

При изучении учебного предмета «Физика» большинство учителей традиционно используют рабочие тетради на печатной основе, рекомендованные Министерством образования Республики Беларусь. Рабочая тетрадь, как известно, – это особый жанр учебной литературы, разновидность учебного пособия, которое содержит задания для самостоятельной работы в нем учащихся. Рабочие тетради составлены в полном соответствии с учебной программой по физике и включают весь необходимый теоретический и практический материал для изучения предмета и, по сути, являются дополнением к учебному пособию. При этом основная ценность их применения заключается в возможности использования в домашних условиях. Особенно это актуально в настоящее время в связи с неблагоприятной эпидемиологической ситуацией в мире.

На кафедре физики и методики преподавания физики УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» ведется активная работа по систематизации уже созданного образовательного контента, а также по созданию новых программных продуктов. В качестве примера приведем рабочую тетрадь по физике для 9 класса, данный продукт был создан с помощью языка HTML (рисунок 1).

Результат образовательного процесса во многом зависит от обеспеченности разнообразными средствами обучения. При этом максимально используются дидактические средства, усиливающие доступность и наглядность изучаемого материала.

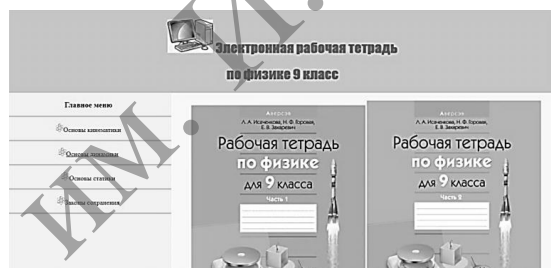


Рисунок 1

Данная тетрадь не является электронной копией рабочей тетради на печатной основе. В ней представлен, помимо основного базового теоретического материала, материал для дополнительного изучения повышенного уровня сложности, что позволяет учащимся в домашних условиях самостоятельно выстраивать образовательную траекторию.

Несомненным достоинством разработанной тетради является большое количество практических заданий. При этом представлены примеры решения задач всех уровней сложности, приведен алгоритм решения типовых задач (рисунок 2).

Пример решения задачи

Задача №1

Какое ускорение приобретет тело массой 500 г под действием силы 0,2Н?

Дано: $m = 500 \text{ г}$ $F_x = 0,2 \text{ Н}$ $a_x = ?$	СИ 0,5 кг	Решение: $a_x = \frac{F_x}{m}$ $a_x = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 \text{ (м/с}^2\text{)}$
---	---------------------	--

Основные задачи динамики

I тип задач
Задачи, в которых необходимо по известным величинам движения тела определить силы, под действием которых это движение происходит.

II тип задач
Задачи, в которых необходимо по известным силам, действующим на тело, определить закон его движения.

Рисунок 2

В настоящее время ведется активная работа по созданию видеофрагментов решения типовых физических задач с использованием интерактивной доски Smart Board.

Представленная разработка хорошо зарекомендовала себя в условиях домашнего обучения, а также при выполнении домашних заданий. Известно, что эффективность домашней работы учащихся зависит от правильно построенной образовательной траектории и применяемых дидактических средств, которые обогащают используемые методы и технологии обучения, оказывая значительное влияние на качество изучения учебного предмета, в частности физики. Педагогически грамотно подобранные дидактические средства, методы и организационные формы обучения способствуют формированию предметной компетентности учащихся в области физики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iso.minsk.edu.by/main.aspx?guid=34963>. – Дата доступа: 05.03.2021.

2. Запрудский, Н. И. Современные педагогические технологии-3 / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2017. – 168 с.

3. Педагогические технологии дистанционного обучения / Е. С. Полат [и др.]; под ред. Е. С. Полат. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 400 с.

А. В. БОНДАРЕНКО, Д. И. СОЛОДКИЙ

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

СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ФОРМАТЕ ОНЛАЙН-УРОКОВ

Дистанционное обучение – новый вид взаимодействия учителя и учащихся посредством современных средств коммуникации. Поскольку такой вид обучения представляет самостоятельную форму обучения, то ведущим средством является использование информационных технологий. Дистанционное обучение обусловлено отсутствием возможности прямого контакта учителя с учениками в силу различных причин.

В условиях постоянного научно-технического прогресса в современной системе образования все большую популярность набирает обучение в онлайн-формате. Оно позволяет с максимальным комфортом глубже погрузиться в процесс обучения, сосредоточиться на выполнении необходимых задач, что благотворно сказывается как на самом процессе обучения, так и, следовательно, на его результатах.

Под онлайн-уроками понимается проведение образовательного процесса обучающихся, при котором учитель и ученики находятся на расстоянии, используя различные средства обучения, информационные технологии, сеть Интернет. В силу различных обстоятельств не всегда удается организовать процесс обучения с непосредственным контактом учителя и детей. В этом случае хорошим вариантом будет использование современных средств коммуникации. Skype, Viber, Zoom, TeamViewer и иные аналогичные компьютерные программы, использующие интернет-соединение, позволяют в режиме реального времени общаться людям между собой.

Организация такой формы обучения хороша тем, что сохраняются классические формы традиционной модели обучения, а именно: происходит общение с преподавателем, учащиеся, как и учитель, могут задавать друг другу вопросы. Так же как и на обычных школьных уроках, дети выполняют задания, полученные от учителя. В этом аспекте есть недостаток – учащиеся не могут выполнять групповое задание, поскольку это вызовет массу сложностей [1].

У такой формы образовательного процесса есть масса плюсов. К сожалению, и достаточное количество минусов и неудобств.

К плюсам-онлайн обучения можно отнести [2]:

– возможность получать знания детям, имеющим физические ограничения (дети-инвалиды, дети с особенностями физического и даже психического развития);

– мобильность. Учащиеся могут в любой точке мира, в любой обстановке, имея компьютер с доступом в интернет, свободно обучаться;

- возможность проведения уроков с большим числом учащихся;
- относительное снижение затрат на организацию и проведение процесса обучения;
- сокращение времени подготовки учащихся, поскольку им нет необходимости ехать в учреждение образования, используя общественный транспорт и иные способы передвижения;
- возможность оптимизации и корректировки времени проведения занятий. При необходимости учителю будет достаточно просто перенести время начала занятий, корректировать их продолжительность в зависимости от хода процесса обучения;
- сам факт проведения занятий без непосредственного контакта учителя с учащимися, что особенно актуально в современной эпидемиологической ситуации;
- удобство. Как учителю, так и детям комфортнее узнавать новое в комфортной среде. Где, как не дома, человеку максимально комфортно?;
- возможность записи видеоурока. Учащиеся могут записать учебный материал. В случае возникновения вопросов, трудностей, заново пересмотрев урок, учащийся может решить свою проблему, не прибегая к помощи учителя. Соответственно, учителю будет немного легче в этом плане;
- неофициальная обстановка беседы. Людям проще общаться, когда нет определенных официально-деловых рамок.

Несмотря на массу преимуществ, у онлайн-обучения есть и недостатки. К ним можно отнести:

- падение мотивации детей к процессу обучения. Поскольку ребенок не в школе, значит, его и контролировать сложнее;
- сложность обеспечения бесперебойного проведения урока с контролем всех присутствующих зрителей. Порой случаются различные проблемы, обусловленные качеством связи, наличием присутствующих, качеством компьютерной техники;
- возможность срыва видеоурока. Не стоит забывать и о киберхулиганстве. В случае взлома велик риск показать большому числу обучающихся информацию, которая не предусмотрена программой обучения;
- сложность в визуальном сопровождении урока. Поскольку видеоурок предполагает наличие микрофона, камеры, клавиатуры и учебных принадлежностей, учителю будет сложно одновременно показывать что-либо на доске, в учебнике и иных наглядных пособиях;
- невозможность проведения некоторых практико-ориентированных предметов. Одним из таких является трудовое обучение. Хотя в нем и есть немалая доля теоретических знаний, все же приоритет приходится на практическое выполнение заданий, используя различные инструменты и приспособления;
- трудности в осуществлении контроля знаний учащихся. Поскольку классическими формами контроля знаний являются различные тестовые, контрольные и практические работы, в онлайн-формате это осуществить крайне сложно. Из этого следует необходимость использования дополнительных онлайн-сервисов, на которых будут располагаться тестовые материалы.

Интернет позволяет получить информацию из любой точки планеты, прочесть практически любую книгу, увидеть различные вещи. Стоит помнить об одном очень важном факторе, которому нечасто уделяется внимание, но от этого он не менее важен. Этим фактором является социализация. В процессе школьного обучения дети, общаясь между собой, вступая в социальный контакт, выполняя различные задания вместе, осуществляют процесс социализации. Чего не скажешь об онлайн-обучении. Ученик, находясь дома, обучаясь на онлайн-уроках, не имеет возможности общаться с другими детьми не по теме урока. От этого могут пострадать и навыки общения, коммуникабельность.

Качество и результативность онлайн-обучения зависят от структурированности и организации проведения урока. Учитель должен понимать необходимость использования новых приемов и способов обучения, поскольку такой вид обучения несколько отличается от обычных уроков в классе.

Проведение онлайн-обучения – очень перспективный метод обучения детей. Нельзя отрицать научно-технический прогресс, ведь почти у каждого сегодня есть телефон и даже компьютер. Очень большое число конференций, курсов, лекций проводятся в видео-формате с использованием сети Интернет. Это позволяет экономить время, силы и средства.

ЛИТЕРАТУРА

Вайндорф-Сысоева, М. Е. Методика дистанционного обучения : учебное пособие для вузов / М. Е. Вайндорф-Сысоева, Т. С. Грязнова, В. А. Шитова ; под общ. ред. М. Е. Вайндорф-Сысоевой. – М. : Изд-во Юрайт, 2019. – 194 с.

С. Р. БОНДАРЬ¹, Г. Г. АСТАПЕНКО², Д. А. АСТАПЕНКО¹

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²УО «Зимовицкий детский сад – базовая школа Мозырского района» (д. М. Зимовищи, Мозырский район, Беларусь)

КЕЙС-МЕТОД НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Одной из современных результативных образовательных технологий является кейс-метод (метод конкретных ситуаций). Это неигровой имитационный метод обучения в проблемно-ситуативной форме. Суть его заключается в самостоятельной деятельности учащихся и студентов для разрешения проблемных ситуаций. В этих условиях они способны сгруппировать знания теоретического материала, практические навыки и жизненный опыт. В результате у них формируются ключевые компетенции, развиваются аналитические способности.

Цель используемого метода заключается в совместном анализе ситуации – проблемы, возникающей при решении определённой задачи математики. При анализе кейса учащиеся и студенты должны:

- логически и конструктивно мыслить;
- уметь принимать решения в любой ситуации;
- уметь лаконично как устно, так и письменно излагать свою точку зрения;
- демонстрировать способность к личностному росту и саморазвитию.

При изучении отдельных разделов математики школьников знакомят с задачей, выделяют определённые условия решения, предлагают отдельные аспекты проблемы для «мозгового штурма», далее следует анализ предложенных решений и окончательный выбор финального оптимального решения.

Кейс может быть предложен и непосредственно на занятиях либо на экзамене. В курсе методики преподавания математики центральной темой является «Методика работы с математическими понятиями и определениями», в рамках которой студенты учатся, в том числе и грамотной формулировке математических определений. Это очень непростая задача: студенту нужно давать правильные определения, не нарушая принципа научности, но и научить этому учащегося. На закрепление этого умения предлагается следующая ситуация: учащийся, когда отвечает на уроке математики, формулирует определение: «Квадрат – многоугольник, у которого противоположные стороны попарно параллельны». В чём ошибочность? Студенту необходимо не только исправить учащегося, но продумать, как предотвратить возникновение ошибки снова [1, с. 55].

Например, тема «Уравнения и неравенства» – центральная тема школьного курса математики. Она сложна для изучения, так как разнообразна различными видами уравнений и неравенств и методами их решения. При объяснении нового материала предлагается серия кейсов. Один из кейсов – методы решения линейных уравнений. На уроке с помощью серии примеров учитель помогает учащимся сделать вывод о том, что уравнения вида $x + a = b$ и $-x + a = b$ можно решить прибавлением к правой и левой части одного и того же числа [1, с. 110].

Обсуждение кейса предполагает включение учащихся в дискуссию, позволяющую вырабатывать навыки публичного общения, коллективного мышления. При завершении занятия подводят итоги: выделяют наиболее активных и пассивных участников, объявляют конечные оценки и отвечают на возникшие вопросы.

Данная технология продиктована изменившимися требованиями к результатам обучения студентов: процесс подготовки будущих учителей математики должен быть практико-ориентированным. Это может быть достигнуто привлечением для проведения занятий руководителей и учителей-предметников – потенциальных работодателей.

ЛИТЕРАТУРА

Новик, И. А. Практикум по методике обучения математике : учеб. пособие / И. А. Новик, Н. В. Бровка. – М. : Дрофа, 2008. – 230 с.

О. И. БУЧКО

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

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ

Одна из важнейших задач, которая стоит перед школой, – это подготовить учащихся к дальнейшей жизни. Но как узнать, какие знания и навыки понадобятся человеку в будущем?

Следовательно, нужно готовить всесторонне развитую личность, способную учиться и добывать знания на протяжении всей жизни. Нужно закладывать в учащихся желание и интерес к познаниям.

Одним из подходов для повышения мотивации к обучению является применение проектно-исследовательской деятельности.

Применение этого метода позволяет создать условия для:

- ✓ развития умения находить необходимую информацию для решения поставленной задачи;
- ✓ формирования и развития внутренней мотивации учащихся к более качественному овладению общей компьютерной грамотностью;
- ✓ повышения мыслительной активности учащихся и приобретения навыков логического мышления;
- ✓ совершенствования коммуникативной компетенции в целом;
- ✓ развития индивидуальных особенностей учащихся, их самостоятельности, потребности в самообразовании;
- ✓ более результативного решения задач образования, развития и воспитания личности учащегося.

В процессе разработки проекта учащиеся не просто получают знания, но и обучаются приобретать эти знания самостоятельно, мотивационно использовать их для решения познавательных и практических задач.

Использование проектно-исследовательской деятельности помогает решать фундаментальные цели преподавания информатики, так как традиционный метод объяснения применим только на самых ранних уровнях обучения, потому что он не позволяет учитывать личностные особенности учащихся, не ориентирует их на самостоятельную деятельность при решении задач.

Сначала даются базовые теоретические знания. Затем проводятся практические занятия, содержание которых соответствует требованиям к системе знаний и умений учащихся по базовому курсу информатики. И только потом возможен переход к выполнению проектов и исследовательских работ.

Проектно-исследовательская деятельность становится ведущей на уроках в старших классах. Но рассчитывать на её успешность можно тогда, когда удастся построить работу на значимом для учащихся материале. Проект может помочь решению личностной проблемы ученика или стать способом погружения в новую для него сферу. В силу своих возрастных особенностей учащиеся старших классов более расположены к исследовательской и самостоятельной деятельности.

Проектно-исследовательская деятельность позволяет решить проблему разноуровневой компьютерной подготовки учащихся: каждый трудится в своём темпе, а отметка, выставленная за старания, является хорошим стимулом для обучения. Освоение программных средств становится более осмысленным, работа учащихся осознанной, увлекательной, познавательно-мотивированной.

Проектная деятельность учит находить нужную информацию в различных источниках, обрабатывать её, вести дискуссию, слушать и слышать собеседника, отстаивать свою точку зрения, лаконично излагать свои мысли. В работе над проектами учащиеся используют свой опыт и знания других предметов.

Алгоритм выполнения проекта состоит из следующих этапов:

- 1) поисковый этап: выбор темы, формулирование целей, составление плана, определение методов и приемов исследования;
- 2) аналитический этап: разработка плана исследования, сбор и изучение необходимой информации;
- 3) практический этап: создание конкретного продукта;
- 4) презентационный этап: представление результатов и продуктов проектной деятельности, оценка деятельности.

На уроках информатики при осуществлении проектной деятельности используются прикладные программы:

- ✓ Paint, Inkscape;
- ✓ Microsoft Word;

- ✓ Microsoft PowerPoint;
- ✓ Windows Movie Maker, VideoPad;
- ✓ Microsoft Excel;
- ✓ Microsoft Access;
- ✓ HTML.

По продолжительности выполнения проекты обычно краткосрочные, т. к. разрабатываются на 1–3 уроках.

Проекты на уроках информатики можно реализовать с 6 по 11 класс:

- ✓ творческие работы, выполненные в Microsoft Word, Paint, Microsoft PowerPoint, например, открытки к праздникам или специальный выпуск газеты, буклеты;
- ✓ создание тематических презентаций или мультфильмов в Microsoft PowerPoint;
- ✓ создание чертежей, рисунков, схем в Microsoft Word, Paint;
- ✓ создание вычислительных таблиц, построение графиков в Microsoft Excel;
- ✓ разработка программ для конкретного исполнителя в программе Pascal;
- ✓ создание базы данных в Microsoft Access;
- ✓ создание web-сайтов.

Примеры проектов:

- ✓ «Компьютер и здоровье»;
- ✓ «Новости компьютерного мира»;
- ✓ «Компьютер будущего»;
- ✓ «Наш домашний бюджет»;
- ✓ «Выбор профессии»;
- ✓ «Чудеса света»;
- ✓ «Способы получения и экономии энергии»;
- ✓ «Азбука пешехода»;
- ✓ «Маленькие герои большой войны»;
- ✓ «Пожарные»;
- ✓ «Любимый автор»;
- ✓ «Места, которые я хотел посетить».

Практика показывает, что знания, добытые самостоятельно с использованием высокой мотивации, прочны и эффективны. Учащиеся, выполнившие работу от начала и до конца, видят, как полученные знания находят практическое применение. Научить детей проектному мышлению важно, так как это поможет организовать их жизнь, сделает их успешными, а для этого нужно уметь определять цель, найти ресурсы, спланировать, осуществить и оценить то, чего достиг.

Проектная деятельность позволяет повысить интерес учащихся к информатике, сформировать мотивацию к учению, что приводит к улучшению качества знаний, развиваются познавательные навыки учащихся, умение самостоятельно конструировать свои знания, умение ориентироваться в информационном пространстве, развивается критическое мышление.

М. Г. ВАКУЛИЧ

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

ОТ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ УМЕНИЯМ

Как заинтересовать учащихся математикой? Дело непростое. Много зависит от того, как поставить даже очевидный вопрос, и от того, как вовлечь всех учащихся в обсуждение сложившейся ситуации.

Сообщить готовое быстрее, чем открывать его вместе с учащимися. Но от услышанного через две недели в памяти остается только 20 % информации. Важно сделать учащихся участниками научного поиска: рассуждая вслух, высказывая предположения, обсуждая их, доказывая истину. Учащиеся включаются в деятельность, которая носит исследовательский характер [1].

Обучение учащихся специальным знаниям, а также развитие у них общих умений и навыков, необходимых в исследовательском поиске, – одна из основных практических задач современного образования.

Я предлагаю вашему вниманию два приёма, которые можно использовать на учебном занятии для развития исследовательских умений и навыков.

Приём «Измерь – проанализируй – выдвини гипотезу»

Лабораторная работа, 5 класс.

Тема: «Основное свойство дроби»

Цель работы: формулирование основного свойства дроби.

Указание к работе:

1. Разрежьте первый круг на три части. Запишите дробь, которая соответствует одной части (синий круг, разделенный на три равных сектора).
2. Разрежьте второй круг на шесть частей. Запишите дробь, которая соответствует двум частям (красный круг, разделенный на шесть равных секторов).
3. Сравните две красные части с одной синей частью наложением.
4. Сформулируйте вывод.
5. Выдвините гипотезу (как из одной дроби получить вторую дробь).

Лабораторная работа, 6 класс.

Тема: «Виды треугольников»

Цель работы: классификация треугольников по сторонам.

Указание к работе:

1. Измерить длину сторон каждого из треугольников (6 треугольников).
2. Результаты измерений занести в таблицу.

1-я сторона	2-я сторона	3-я сторона	Вид треугольника

3. Сформулируйте гипотезу (какие бывают треугольники по количеству равных сторон).

Лабораторная работа, 7 класс.

Тема: «Свойство катета прямоугольного треугольника, лежащего против угла 30° »

Цель работы: формулирование свойства катета прямоугольного треугольника, лежащего против угла 30° .

Указание к работе:

1. Измерить длину катета, лежащего против угла 30° , и длину гипотенузы каждого из прямоугольных треугольников (3 треугольника).
2. Результаты измерений занести в таблицу.

Катет, лежащий против угла 30°	Гипотенуза

3. Сформулируйте гипотезу.

Приём «От школьной задачи к исследовательской задаче»

Практическая работа с элементами исследования, 5 класс.

Тема: «Решение задач на нахождение площади фигур по указанной форме и размерам»

Цель работы: содействие развитию умения создавать математическую проблему и защищать свою идею.

1-й этап. Задача с определенными данными и несколькими вопросами по модели.

Пример. Найдите площадь кухни, если она имеет форму и размеры, указанные на рисунке. [2, с. 114].

- а) Как называется эта фигура?
- б) Существует ли формула, по которой можно найти площадь этой фигуры?
- в) Можно ли разбить эту фигуру на фигуры, площади которых мы можем найти по формулам?

Разбить фигуру на прямоугольники.

- г) Как найти площадь прямоугольника? Записать формулу.
- д) Как найти площадь кухни? Решить задачу.

2-й этап. «Заготовка задачи». Форма есть, требуется указать числовые данные, чтобы, используя их, можно было найти ответ.

3-й этап. Работа с данными. Анализ решения.

4-й этап. Создание учащимися задачи с использованием самостоятельно созданной формы и данных.

Практическая работа с элементами исследования, 6 класс.

Тема: «Решение задач с помощью пропорций»

Цель работы: содействие развитию умения создавать математическую проблему и защищать свою идею.

1-й этап. Задача с определенными данными и несколькими вопросами по модели.

Пример. Чтобы получить 10 тонн железа, нужно переработать 18 тонн железной руды. Сколько получится железа из 1050 тонн руды?

а) О каких величинах идёт речь в задаче?

б) Составить таблицу (в первом столбце – значения первой величины, во втором – значения второй величины).

в) Указать вид зависимости величин с помощью стрелок.

г) Составить пропорцию.

2-й этап. «Заготовка задачи». Величины есть, требуется указать числовые данные, чтобы, используя их, можно было найти ответ.

Из молока (литры) изготавливают сливки (литры). Из свежескошенной травы (тонны) получают сено (тонны). Из свежих фруктов (кг) получают сухофрукты (кг). Количество рабочих и количество дней, потраченных на выполнение одной работы.

3-й этап. Работа с данными. Анализ решения.

4-й этап. Создание учащимися задачи с использованием самостоятельно созданных данных и величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колобова, С. Инновационные технологии в процессе обучения математике [Электронный ресурс] / С. Колобова. – Евразийский научный журнал – Санкт-Петербург, 2015. – Режим доступа: <http://journalpro.ru/articles/innovatsionnye-tehnologii-v-protsesse-obucheniya-matematike>. – Дата доступа: 12.11.2020.

2. Герасимов, В. Д. Математика : учеб. пособие для 5-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения : в 2 ч. / В. Д. Герасимов, О. Н. Пирютко, А. П. Лобанов. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2017. – Ч. 2. – 192 с.

Е. Н. ГЕРАСИМЕНОК

ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозыря» (г. Мозырь, Беларусь)

КОМПЛЕКС ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «САЙТ-КОНФЕРЕНЦИЯ-ЧАТ» КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

С развитием компьютерных и информационных технологий в нашу жизнь постепенно внедряется дистанционное обучение и электронное взаимодействие. Стоит отметить, что дистанционное обучение – это целый комплекс электронных средств для организации обучения на расстоянии. Такая форма работы приобрела популярность из-за отсутствия привязки к определенному месту и времени, из-за возможности обучаться в удобное время.

Электронное взаимодействие в рамках дистанционного обучения предполагает взаимодействие учителя и учащихся по средствам сети Интернет на расстоянии, при этом сохраняя в себе все элементы, присущие традиционному образовательному процессу. Дистанционное обучение позиционируется как самостоятельная форма обучения, в которой преобладают электронные сервисы и компьютерные технологии.

Работая в ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозыря», мной было организовано сетевое взаимодействие посредством образовательной технологии «Сайт-конференция-чат» с учащимися как в учебное, так и во внеурочное время. Работа по организации электронного взаимодействия осуществляется по следующим направлениям:

– работа личного сайта учителя, на котором размещается теоретический материал, задания для практической, самостоятельной работы, задания тренировочного характера, задания творческого характера, задания для подготовки учащихся к олимпиадам по учебному предмету «Математика»;

– работа еженедельных онлайн-конференций через приложения ZOOM и SKYPE;

– работа чата в мобильном приложении Viber, который обеспечивает не только взаимодействие учащегося и учителя напрямую, но и взаимодействие учащихся между собой круглосуточно.

Таким образом, технология работы «Сайт-конференция-чат» находит свое применение не только на уроках математики, но и во внеурочное время.

Сайт учителя (www.gerasimenok-lena.lepshy.by) создан не только для организации дистанционного обучения, но и для трансляции педагогического опыта учителя математики Герасименок Елены Николаевны.

На сайте представлены свидетельства о публикациях, сборники международных конференций, в которых принималось участие, дипломы победителя, ведется раздел «МО учителей математики», в котором отражена работа методического объединения школы, представлены документы методического объединения, фотографии открытых уроков, проведенных в рамках работы методического объединения, отражена воспитательная работа, проводимая учителем.

Работа личного сайта учителя помогает учащимся получать всю необходимую для них информацию при помощи раздела «Математика» и «Готовимся к олимпиаде».

Обсуждение полученной и переработанной учащимися информации в ходе работы с сайтом учителя проходит в виде онлайн-конференций с использованием сервисов ZOOM или SKYPE. Учащиеся заранее готовят вопросы, которые хотели бы обсудить с учителем. Такая форма работы учит учащихся анализировать и структурировать информацию, правильно формулировать и задавать вопросы, развивает математическую речь и умение слушать и слышать других. Указанные выше сервисы помогают организовывать демонстрацию экрана учителя и показ презентаций.

Мобильное приложение Viber дает возможность учащимся вести обсуждение, обмениваться идеями.

Учитель, используя данное приложение, может осуществлять контроль и коррекцию знаний, подключая к данному приложению возможности сервисов WEB 2.0. Тестирование, созданное в Google-формах, предоставляется для выполнения учащимся путем отправления ссылки в чат.

Одной из интерактивных форм работы онлайн является создание игр, где участники получают задания и выполняют их по очереди, одно за другим, таким образом набирая баллы. Учитель анализирует задания, сведенные сервисом в таблицу, и выбирает победителей.

Особое внимание стоит уделить сервисам WEB 2.0, позволяющим создавать онлайн-кроссворды, которые учитель может использовать как элемент контроля и коррекции знаний, при проверке знаний определенных по учебному предмету «Математика» при организации дистанционного обучения.

Примером рефлексии на дистанционном уроке может стать синквейн, составленный с использованием Google-форм.

Используя данную рефлексию, можно определить не только эмоциональное состояние учащихся в конце урока, но и степень усвоения учебного материала.

Различные комплексы заданий можно объединить, используя дистанционную образовательную технологию «Сайт-конференция-чат», для организации дистанционного обучения как на уроках математики, так и во внеурочное и каникулярное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, В. Дистанционное обучение: деятельностный подход / В. Васильев // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2004. – № 2. – С. 6–7.
2. Ольнев, А. С. Использование новых технологий в дистанционном обучении / А.С. Ольнев // Актуальные проблемы современной науки. – 2011. – № 1. – С. 96.

В. И. ГЛЕБОВИЧ

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

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГРАФИКОВ

Одним из основных дидактических принципов обучения является принцип наглядности. Для реализации этого принципа в учебном процессе по физике используются не только демонстрации, но и графики зависимости физических процессов и явлений. График дает возможность увидеть направление протекания физического процесса или явления. Графики могут использоваться на всех этапах учебного занятия, при решении как расчетных, так и качественных задач. При решении качественных задач с графиками очень важно научить учащихся не просто строить графики и извлекать информацию из них, но уметь описывать участки сложных графиков зависимостей физических процессов.

Качественные задачи на описание этапов физического процесса можно выделить в отдельный тип. Эти задачи требуют описания каждого участка графика с пояснением всех изменений, которые происходят с физической величиной. Для решения таких задач необходимо уметь определять направление протекания физических процессов [1].

Использование качественных графических задач на описание этапов протекания физических процессов на учебных занятиях имеет несколько преимуществ:

- дает возможность проверить глубину усвоения материала;
- развивает физическое мышление, умение анализировать и применять полученные знания;
- способствует развитию логического мышления и грамотной речи.

В школьном курсе физики есть обязательные для изучения графики зависимости физических величин, состоящие из нескольких участков. Такие графики используются при объяснении нового учебного материала. Каждый участок этих графиков несет в себе определенный физический смысл, поэтому на учебном занятии перед учителем стоит задача как можно подробнее рассказать о каждом участке и об изменениях физических величин на нем.

К таким графикам можно отнести:

1. График изменения температуры некоторого вещества с течением времени (фазовые переходы) (8 класс).
2. График зависимости силы трения от внешней силы (9 класс).
3. График зависимости проекции равнодействующей F_r сил притяжения и отталкивания двух соседних молекул от расстояния r между их центрами (10 класс).
4. Вольт-амперная характеристика установки для наблюдения внешнего фотоэффекта (11 класс).
5. График зависимости удельной энергии связи атомного ядра от массового числа (11 класс).

Для наглядности и удобства работы на учебном занятии рассматриваемый график зависимости физической величины необходимо изобразить на доске или вывести на экран. Однако изображение некоторых графиков занимает очень много времени и вызывает трудности в изображении. Еще одна проблема – обычный график не вызывает интереса у учащихся. Привлечь внимание школьников можно при помощи интерактивных графиков зависимостей физических величин, которые помогут учителю интересно и грамотно изложить учебный материал. Рассмотрим пример такого графика при изучении темы «Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления и кристаллизации» в 8 классе. В учебном пособии изображен необходимый для объяснения темы график изменения температуры вещества в стакане с течением времени, на котором нанесены некоторые пометки [2, с. 32]. Рассматривать его можно непосредственно из учебного пособия или изобразив график на доске, но это приведет к потере внимания со стороны некоторых учащихся.

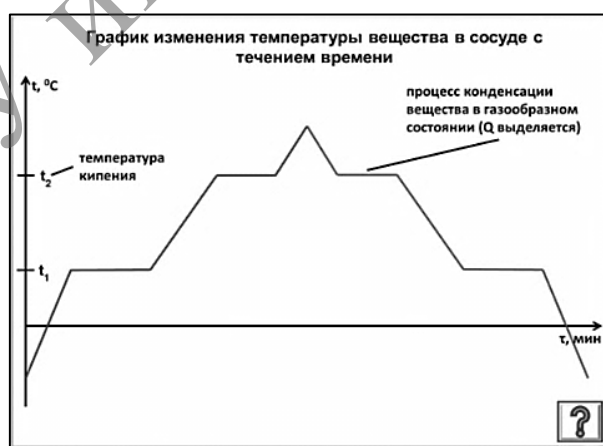


Рисунок 1. – Интерактивный график зависимости температуры вещества в сосуде с течением времени

Чтобы разнообразить учебный процесс и сэкономить свое время учитель может использовать предложенный интерактивный график. Данный график является копией графика изменения температуры вещества в сосуде с течением времени, представленного в учебном пособии. При объяснении темы учитель подробно описывает каждый участок (рисунок 1). Затем учащийся при выполнении домашнего задания или при повторении данной темы дома самостоятельно может использовать данный график.

К каждому участку данной зависимости изложено пояснение, что позволяет акцентировать внимание на конкретном направлении протекания физического процесса. При нажатии на участки графика или на температуру всплывают пояснения, которые можно убрать нажатием на них же.

После проработки материала интерактивный график дает возможность закрепить знания при помощи решения качественных графических задач. На рисунке 2 приведен пример такой задачи. При решении учащийся может возвращаться к исходному графику, а после проверить свой ответ нажатием на соответствующую кнопку на экране. Правильный участок графика выделится на фоне остальных, а в пустой области появится подробное пояснение.



Рисунок 2. – Пример интерактивной качественной задачи с графическим содержанием

Решение качественных задач на описание этапов физического процесса формирует умение анализировать и самостоятельно высказывать суждения, основанные на полученной ранее информации, грамотно описывать направление протекания физического процесса или явления, используя изученный материал.

Таким образом, использование интерактивных графиков в учебном процессе по физике позволяет интересно изложить новый материал, построенный на описании сложной зависимости физических величин. У учащихся есть возможность самостоятельно проработать тему и закрепить знания. Закрепление такого материала с использованием качественных графических задач на описание этапов протекания физических процессов способствует более глубокому пониманию физических теорий, требует умения анализировать и синтезировать явления, т. е. логически мыслить, приучает учащихся к точной, литературно и технически грамотной речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глебович, В. И. Качественные задачи по физике на анализ семейства графиков / В. И. Глебович // Сучасні тенденції розвитку освіти й науки : проблеми та перспективи: зб. наук. праць, Львів, 16 жовтня 2020 р. / Львівський навчально-науковий центр професійної освіти ; редкол. Ю. І. Колісник-Гуменюк (гол. ред.). – Київ–Львів–Бережани–Гомель, 2020. – В. 7. – С 132–139.

2. Исаченкова, Л. А. Физика : учеб. пособие для 8 кл. учреждений общего среднего образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский, В. В. Дорофейчик ; под ред. Л. А. Исаченковой. – Минск : Нар. асвета, 2018. – 176 с.

А. Н. ГОБУЗОВА,¹ Л. А. ИВАНЕНКО²

¹ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

²УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Формирование культуры интеллектуальной, творческой деятельности учащихся всегда было и остается одной из основных общеобразовательных и воспитательных задач. Общество требует от системы образования подготовки будущих специалистов, способных творчески подходить к любым нестандартным ситуациям, креативно и качественно решать существенные проблемы, грамотно использовать имеющуюся информацию.

Проведенный нами анализ результатов республиканских контрольных работ по учебному предмету «Математика» за последние три года показал, что значительные затруднения у учащихся возникли при выполнении заданий, требующих сообразительности и оригинальности мышления, способности к переносу знаний из одной области в другую, используя внутрисубъектные и межпредметные связи. С заданиями, требующими применения знаний и умений в незнакомой ситуации, справились 3,6 % учащихся.

Проблему формирования творческой деятельности рассматривали в работах такие ученые, как Л. С. Выготский, А. Н. Леонтьев, И. Я. Лернер, Д. Б. Богоявленская, Ю. М. Колягин, Л. М. Фридман, Дж. Пойа и др. Процессуальными чертами творческой деятельности, по мнению И. Я. Лернера, являются: самостоятельный перенос знаний и умений в новую ситуацию; видение новой проблемы в знакомой ситуации; видение новой функции объекта, отличной от традиционной; самостоятельное комбинирование из известных способов деятельности нового; видение структуры объекта; видение альтернативы решения; построение принципиально нового способа решения, отличного от известных субъекту.

Многолетняя педагогическая деятельность авторов показала, что наиболее эффективным средством формирования опыта творческой деятельности учащихся является использование приемов проблемного обучения на уроках математики. Проблемное обучение заключается в постановке перед учащимися проблемных ситуаций, осознании, принятии и решении этих ситуаций в процессе совместной деятельности учащихся и учителя при максимальной самостоятельности первого и под общим руководством последнего, направляющего деятельность учащегося [1, с. 182–183].

Проблемные ситуации можно разделить на два типа: «с удивлением» и «с затруднением». Проблемные ситуации «с удивлением» сталкивают учащихся с противоречиями между двумя или более положениями либо между житейским представлением учащихся и научным фактом. Для создания этих противоречий применяем следующие приемы: предъявление противоречивых фактов, теорий или точек зрения; сталкивание разных мнений учащихся вопросом или практическим заданием; предъявление житейского представления вопросом или практическим заданием «на ошибку», научного факта сообщением, экспериментом или наглядностью.

Проблемные ситуации «с затруднением» заключаются в том, что учащемуся необходимо выполнить задание, но он не может это сделать. Для создания проблемных ситуаций, основанных на затруднении, используем приемы: предъявление задания, невыполнимого вообще; предъявление задания, не сходного с предыдущим; предъявление невыполнимого задания, сходного с предыдущими; доказательство, что учащимся задание не выполнено [1, с. 184–187].

От возникновения проблемной ситуации до решения проблемы сопровождаем учащихся диалогом, который характеризуется логической взаимосвязью вопросов и, соответственно, ответов учащихся, представляющих собой этапы решения проблемы: создаем проблемную ситуацию (или помогаем учащимся ее увидеть); формулируем проблему (или с помощью вопросов создаем условия для ее формулировки, принятия учащимися); с помощью вопросов помогаем учащимся сформулировать гипотезу (или гипотезы); в диалоге направляем учащихся на оценивание выдвинутых гипотез, их доказательство; с помощью вопросов организуем обсуждение и дискуссию по результатам работы, помогаем учащимся сформулировать выводы, осознать новые знания, новые способы действий, полученные в процессе решения проблемы.

Например, при изучении в 5 классе темы «Признаки делимости» предлагаем следующую задачу:

В легенде рассказывается, что, когда один из помощников Магомета – мудрец Хозрат Али сидел на коня, подошедший человек спросил его:

– Какое число делится без остатка на 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9? (возникновение проблемной ситуации и постановка проблемы).

Мудрец ответил:

– Умножь число дней в неделе на число дней в месяце (считая, что в месяце 30 дней) и на число месяцев в году (выдвижение предположений и обоснование гипотезы).

Прав ли Хозрат Али? Почему? (доказательство).

В ходе доказательства учащимся предлагаем записать произведение числа дней в неделе на число дней в месяце, и на число месяцев в году.

При изучении в 5 классе темы «Дроби» записываем на доске в столбец следующие равенства:
 $\frac{1}{2} = 30$; $\frac{1}{5} = 12$; $\frac{1}{10} = 6$; $\frac{1}{20} = 3$. Как такое может быть? (возникновение проблемной ситуации и постановка проблемы).

Не всегда возможно удивить учащихся, поэтому в своей практике используем и проблемные ситуации «с затруднением», которые также повышают активность учащихся. В этом случае важно столкнуться учащимся с затруднением.

При изучении в 6 классе темы «Сложение и вычитание десятичных дробей» учащимся предлагается задача «Таня купила ручку за 6,06 руб. и карандаши за 10,45 руб. Сколько денег потратила Таня на покупку? На сколько больше стоимость карандашей, чем ручки?». С учащимися проходит обсуждение, в результате которого выясняется, что для её решения у них недостаточно знаний. Это позволяет сформулировать тему урока (проблему) и наметить пути её решения.

На уроках геометрии также используем приемы проблемного обучения. Например, при изучении темы «Площадь трапеции» чертим на доске трапецию, a , b – основания трапеции, h – ее высота. Используя метод беседы с учениками, выводим формулу вычисления площади трапеции.

Изучая новый материал путем диалога, при помощи вопросов активизируем класс, вовлекаем детей в творческую познавательную деятельность.

Формированию опыта творческой деятельности способствует и воспитание потребности в доказательстве. Учащиеся 1–5 классов широко пользуются индукцией, и у них складывается впечатление, что заключения, полученные на основе индуктивных выводов, являются правдивыми. Необходимо научить их сомневаться. Сделать это можно с помощью специальной системы упражнений, например:

1. Числа 24, 44, 64, 84 заканчиваются на 4 и делятся на него. Можно ли утверждать, что если число заканчивается на 4, то оно кратно 4?

2. Легко проверить, что $\frac{16}{64} = \frac{1}{4}$; $\frac{19}{95} = \frac{1}{5}$; $\frac{26}{65} = \frac{2}{5}$. Можно ли сокращать любую дробь такого вида, зачеркивая в числителе и знаменателе одну и ту же цифру?

Использование проблемных ситуаций в учебном процессе способствует эмоциональному подъему, активности учащихся, развитию интереса к обучению, самостоятельности, реализации творческих способностей, получению не только знаний материала учебной темы, но и дополнительных знаний и открытию нового.

Таким образом, использование приемов проблемного обучения, основанного на поэтапном прохождении от возникновения проблемной ситуации до решения проблемы, позволяет сформировать у учащихся умения выдвигать гипотезы, приводить доказательства, видеть закономерности, проявлять инициативу, самостоятельность, тем самым способствует формированию опыта творческой деятельности учащихся.

ЛИТЕРАТУРА

Гончарова, М. А. Образовательные технологии в школьном обучении математике : учеб. пособие / М. А. Гончарова, Н. В. Решетникова. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 264 с.

Н. В. ГУЦКО, С. А. МЯКИНА

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

ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»

В 2020–2021 учебном году обновлено содержание программы по учебному предмету «Математика» для учащихся X классов. В частности, в учебную программу включен раздел «Производная», на изучение которого отводится 26 часов [1]. Для 10–11 классов по данной тематике также запланированы факультативные занятия в ходе подготовки к олимпиадам и тестированию. «Производная» является одним из разделов, представляющим неоспоримую ценность для общего образования. Аппарат дифференциального и интегрального исчисления, который составляет основу математического анализа, является почти что математической основой всего современного природоведения. Однако теоретические знания и задачи являются сложными для понимания учащимися. Данный материал является сложным не только для учеников, но и для учителей, которым предстоит проработать методическую систему изучения курса в средней общеобразовательной школе.

В связи с чем нами был разработан дидактический комплекс, включающий обучающую программу «Дифференциальное исчисление функций одной переменной» для учащихся средних общеобразовательных школ. Данное электронное приложение разработано средствами языка программирования HTML на основе учебных объектов – печатного издания [2], текстов справочных пособий, некоторых монографических и учебных работ.

Обучающая программа содержит контент в виде набора объектов знаний и управляющий программный модуль. Основной функцией программного модуля является управление доставкой контента учебного объекта пользователю. Данная функция реализована в программном модуле в виде интерактивного оглавления, которое состоит из рубрик двух уровней (раздел и пункт). К рубрикам оглавления «привязаны» различные объекты знаний. В зависимости от уровня рубрики, выбранного обучающимся, в окне программного модуля отображаются ставшие доступными те или иные объекты.

Структура программы представлена следующими блоками:

- блок электронного конспекта;
- блок контрольных и тестовых материалов;
- справочно-энциклопедический блок.

Блок электронного конспекта представляет собой материал, структурированный по учебным темам раздела «Производная», и состоит из двух разделов: объяснительно-иллюстративного и раздела проблемных задач. Объяснительно-иллюстративный раздел организует репродуктивный уровень учебно-познавательной деятельности. Основной упор в данном разделе был сделан на теоретический материал, который представлен в виде совокупности лекций по теме «Производная». Раздел проблемных задач организует продуктивный уровень учебно-познавательной деятельности. Он представлен разделом «Разноуровневые задачи», который включает в себя совокупность проблемных задач, структурированных по области применения производной.

Блок контрольных и тестовых материалов представлен в программе разделом «Контрольное тестирование», который содержит тесты различных форм и относится к одному из видов педагогического контроля: входному, текущему и итоговому. Следует отметить, что данный блок может быть расширен за счет включения в него контрольных работ, итоговых вопросов, индивидуальных заданий и других контрольных материалов.

Справочно-энциклопедический блок представлен разделом «Модули», который содержит модульную программу курса «Производная», и разделом «Вспомогательный материал», где собраны основные формулы дифференциального исчисления, а также содержатся видеофрагменты изложения теоретического материала. Отметим, что содержание этого блока также можно расширить, включив в него биографические данные и данные об основных научных достижениях ученых-математиков; информацию, отражающую результаты новых научных исследований и перспективы развития математики, а также данный блок может быть представлен в виде словаря, глоссария, указателя или справочника.

Следует отметить, что обучающая программа может быть использована при реализации уроков-модулей по теме «Производная». Во-вторых, теоретический и практический материал, который собран в обучающей программе, можно использовать в качестве дополнительного при проведении школьных уроков математики, стимулирующих занятий, а также факультативных уроков для учащихся 10–11 классов по подготовке к олимпиадам и тестированию. Данный комплексный подход также позволит учащимся освоить основы курса «Производная» самостоятельно дома в случае их отсутствия на занятиях в школе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Примерное календарно-тематическое планирование / И. Г. Арефьева [и др.]. – Минск : Национальный институт образования, 2020/2021.
2. Арефьева, И. Г. Алгебра : учеб. пособие для 10-го класса учреждений общего сред. образования с рус. яз. обучения / И. Г. Арефьева, О. Н. Пирютко. – Минск : Нар. асвета, 2019. – 285 с.

Е. И. ЕВЖИК

ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ «4К»-КОМПЕТЕНЦИЙ

Социальные изменения, происходящие в обществе, предъявляют новые требования к образованию: подготовка людей, способных творчески подходить к любым переменам, нетрадиционно и качественно решать существенные проблемы, грамотно использовать информацию, что, в свою очередь, задает определенные ориентиры образования. Поэтому на современном этапе ведущей тенденцией образования является формирование «4К»-компетенций: критического мышления, креативности, коммуникации, кооперации.

Одним из основных условий формирования «4К»-компетенций в процессе обучения математике является исследовательская деятельность.

Суть исследовательской деятельности заключается в определении проблемы, постановке и проверке гипотез, позволяющих решить проблему, и представлении полученного решения.

Началом, исходным звеном исследовательской деятельности является проблема (или задача). В ней выражается первое побуждение к мысли.

В теории и практике обучения математике выделяют два класса задач: стандартные задачи и нестандартные задачи [1].

Приобщить учащихся к исследовательской деятельности можно через решение нестандартных задач. Отличительным признаком такой деятельности учащихся является субъективная новизна продукта деятельности: новые предметные знания, приемы и способы действий. Так, учащийся может подметить закономерность и сформулировать теорему, уже давно известную в математике. Но он додумался до нее самостоятельно [1]. Говоря о самостоятельности учащегося в исследовательской деятельности, следует понимать, что учитель может консультировать, советовать, направлять, подталкивать к возможным выводам, но ни в коем случае не диктовать и не писать [3]. Поэтому следующим отличительным признаком исследовательской деятельности является организация самостоятельного поиска.

Опыт работы показывает, что в исследовательской деятельности целесообразно использовать групповую форму работы, в которой оптимальное количество составляет не более 5 учащихся. В такой группе учащиеся обмениваются мнениями (слушают и слышат друг друга) относительно решения общей проблемы; распределяют общую работу, используя сильные стороны личности и личный опыт каждого учащегося; вырабатывают общую стратегию поиска и движения к цели. Наблюдения за работой учащихся показывают, что при групповых формах работы активизируются коммуникации, кооперация, критичность, что в итоге приводит к решению проблемы.

Например, при изучении в 5 классе темы «Единицы измерения объема. Объем прямоугольного параллелепипеда» можно организовать исследование посредством следующей задачи: «Вместимость открытого прямоугольного ящика с квадратным основанием равна 1000 см^3 . Каковы ребра такого ящика, у которого площадь внутренней поверхности наименьшая (толщиной стенок можно пренебречь)?»

Для этого необходимо поделить класс на группы и каждой группе предложить различные размеры сторон основания. Учащиеся в группах, проводя вычисления, заполняют таблицу:

Длина стороны основания	Длина высоты	Площадь всей поверхности
1	1000	4001
...
13	$5\frac{155}{169}$	$476\frac{9}{13}$
14	$5\frac{5}{49}$	$481\frac{5}{7}$
...
20	$2\frac{1}{2}$	600

Данные, записанные в таблицу, они анализируют и приходят к выводу, что площадь поверхности с возрастанием стороны основания сначала убывает, а потом возрастает. Из рассмотренных в таблице ящиков наименьшую площадь поверхности имеет ящик, у которого сторона основания 13 см.

Далее учащимся предлагается ответить на вопрос: «Может ли существовать открытый прямоугольный ящик с квадратным основанием и вместимостью 1000 см^3 , имеющий еще меньшую площадь поверхности?»

Учащиеся предполагают, что такой ящик существует. И тогда сторона основания такого ящика больше 12 см и меньше 13 см или больше 13 см и меньше 14 см.

Для этого они самостоятельно составляют и заполняют в своих группах таблицу, в которой длина стороны основания измеряется уже в мм.

Длина стороны основания	Длина высоты	Площадь всей поверхности
124	$65\frac{35}{961}$	$47634\frac{2}{31}$
125	64	47625
126	$62\frac{3922}{3639}$	$47622\frac{2}{33}$
127	$62\frac{2}{16129}$	$47625\frac{8}{127}$

Анализ данных в новой таблице показывает, что при длине основания 126 мм площадь поверхности открытого ящика наименьшая и составляет $47622\frac{2}{13} \text{ мм}^2$.

В итоге учащиеся приходят к выводу, что из рассмотренных ящиков наименьшую площадь поверхности имеет ящик, у которого высота почти вдвое меньше стороны основания.

В данном случае исследование было направлено на построение учащимися контрольных примеров.

Кроме того, исследовательскую деятельность целесообразно использовать и при:

- ознакомлении с фактом, отраженным в формулировке теоремы, в доказательстве теоремы;
- составлении обратной теоремы и проверке ее истинности;
- выделении частных случаев некоторого факта в математике;
- решении задач различными способами;
- составлении новых задач, вытекающих из решения данных.

Итак, исследовательская деятельность позволяет учащемуся проявить себя, попробовать свои силы, приложить свои знания; направить свои знания и умения на решение проблемы; принести пользу и показать публично достигнутый результат, иначе говоря, способствует формированию критического мышления, креативности, коммуникации и кооперации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананченко, К. О. Теоретические основы обучения алгебре в школах с углубленным изучением математики : моногр. для науч. работников по спец. 13.00.02 – теория и методика обучения / К. О. Ананченко. – Минск : БГПУ им. М. Танка, 2000. – 307 с.
2. Гончарова, М. А. Образовательные технологии в школьном обучении математике : учебное пособие / М. А. Гончарова, Н. В. Решетникова. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 264 с.
3. Даутова, О. Б. Педагогические технологии для старшей школы в условиях цифровизации современного образования : учебно-методическое пособие для учителей / О. Б. Даутова, О. Н. Крылова. – СПб. : КАРО, 2020. – 176 с.

И. А. ЕФИМЧИК, В. В. ДАВЫДОВСКАЯ
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

МОТИВАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТА «ИНФОРМАТИКА»

Всем известно, что информатика для ребят очень привлекательна. Они бегут на первый урок с огромной радостью. И здесь их постигло разочарование. Вопрос почему? Очевиден. Ребята думали, что их ждут игры. Перед учителем возникает проблема, как привлечь учеников к своему предмету?

Согласно стандарту образования РБ, учитель должен:

- развивать логическое и алгоритмическое мышление;
- научить пользоваться информационными и коммуникационными технологиями.

К сожалению, не всем ученикам легко это освоить.

Предлагаем повысить мотивацию к изучению предмета на внеклассных мероприятиях. Вид, форма работы могут быть выбраны с учётом индивидуальных особенностей учащихся, а также взаимоотношений.

Известно, что успешность формирования любых знаний зависит, прежде всего, от желания учащихся получить эти знания. Процесс формирования мотивов учения напрямую связан с формами обучения. В психологии доказано, что развитие мотивов учения идёт двумя путями:

- через усвоение учащимися общественного смысла учения;
- через саму деятельность учения школьника, которая должна чем-то заинтересовать его.

В педагогической литературе часто рекомендуют использовать групповую форму работы. Для учащихся целесообразно организовывать работу в малых группах, при этом формирование групп должно строиться на *мотивационном принципе*: если ребят с нейтральным отношением к предмету объединить с теми, кто любит данный предмет, в результате совместной работы мы можем увидеть, что первые существенно повышают свой интерес к предмету.

Очень важно при делении учеников на группы учитывать пожелания самих участников к составу группы.

В настоящее время проведение внеклассных мероприятий – очень большая проблема. Предлагаем решение. В педагогических вузах студенты проходят практику. Предлагают ученикам на первом этапе (6–7 класс) творческое задание для повышения мотивации к предмету в виде игровых методик.

Связано это с тем, что данные методики содержат в себе практически все формы работы и предоставляют огромные возможности как для развития творческой личности, так и для интеллектуального развития ученика.

В игре, как правило, устанавливаются правила. Система правил абсолютна и несомненна. Нарушить правила невозможно. Игра дает возможность создать и сплотить коллектив. Привлекательность игры столь велика и игровой контакт ребят друг с другом развивает ответственность как за свои действия, так и за своих товарищей по игре. Игра дает элемент неопределенности, который возбуждает, активизирует ум, настраивает на поиск оптимальных решений.

Есть всем известный метод проектов. Как правило, учителя используют его только с более подготовленными учениками. И зря. Только что пришедшие изучать предмет готовы показать, и придумать всё, что угодно, нужно просто это увидеть.

К примеру, предлагаем монологи двух капитанов, которые они подготовили за 5 минут, чтобы их выбрали капитанами. И дальше они формируют команды.

Монолог 1. Жил-был маленький мальчик. Его звали Стиви. У него не было друзей. И тогда решил сам создать его – Яблочко. Сначала оно было маленькое, как и сам Стиви, но Стиви вырос, и по мере его роста росло Яблоко...

Монолог 2. Давным-давно высоко в горах один мудрый отец отправил сына Админ купить чудо. И пошёл сын в дальний путь. Дальше ученик обыгрывает сказку «Волк и Красная Шапочка». Почему-то появляются мыши. «Все мыши убегают, кроме одной. Тогда он увидел, что это обычная компьютерная мышка» ...

И вот идёт формирование команд. Эмоций очень много. Прошла музыкальная пауза, и ребята сформировали свои команды.

Необходимо понимать и помнить, что у всех ребят свой стиль мышления. Кто-то быстро понимает, но не может выразить мысль, а кто-то наоборот.

Игра далеко не одно только состязание, но и театральное искусство, способность вживаться в образ и довести его до конца. Неслучайно все наиболее удачные обучающие компьютерные программы построены с использованием игровых методик, например, «Робототехника».

Современному учителю чрезвычайно важно владеть классификацией и теорией построения игр, использующихся в обучении. Перед нами ученики, которые бегут на урок информатики. И полное разочарование, если нет игр. Учитель в рамках урока не может предложить иное, только по программе. Вот и выход – разные формы внеклассных мероприятий.

Игра – это деятельность, мотив которой лежит в ней самой. То есть такая деятельность, которая осуществляется не ради результата, а ради самого процесса.

М. И. ЕФРЕМОВА, С. В. ИГНАТОВИЧ
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ

Математика как учебная дисциплина в школе имеет большие возможности не только для интеллектуального и логического развития учащегося, но и формирует умения устанавливать причинно-следственные связи между явлениями, процессами, моделировать различные ситуации. В связи с этим возникает острая необходимость поиска путей формирования конкретных научно-методических знаний будущего учителя математики, которые бы обеспечили ему творческий подход к процессу обучения, содействовали бы высокой результативности его деятельности как педагога.

Накопился большой опыт проведения факультативных занятий. Однако некоторые педагоги используют факультативы как дополнительные занятия по математике или как средство изучения на них только теоретических вопросов. Поэтому есть необходимость совершенствовать содержание и методику факультативного курса. На факультативных занятиях необходимо постепенно знакомить учащихся с некоторыми проблемами современной математики, с общими методами исследования отдельных ее разделов, т. е. необходимо расширять, углублять и обобщать известные учащимся факты и понятия на высоком теоретическом уровне.

Сегодня политика университета в области развития научно-исследовательской деятельности студентов направлена на госбюджетную тематику и хозяйственные работы с предприятиями. Кафедрой физики и математики заключены хозяйственные договоры с районными отделами образования Гомельской области. Одной из форм формирования исследовательского поведения студентов является их привлечение в качестве соисполнителей по хозяйственным темам и грантам. На протяжении уже нескольких лет студенты 4 курса физико-инженерного факультета выполняют курсовые и дипломные работы по тематике, предложенной методическим объединением учителей отделов образования Гомельской области. Одним из видов работ, выполненных студентами в рамках дипломных проектов, является разработка электронных учебников по отдельным темам школьного курса математики и электронных учебников для факультативов по математике для учащихся средних школ.

В рамках хозяйственного договора с ГУО «Ельская районная гимназия» в 2020 году преподавателями кафедры физики и математики были проанализированы учебные программы и действующие учебники по математике и разработана структура и содержание программно-методического обучающего комплекса «Элементы теории чисел» для учащихся 10-го класса.

Теория чисел сближает содержание школьного курса с реальной математикой. Это положение является первым, в определенной степени центральным в общей концепции работы. Можно сказать и о том, что при решении соответствующих задач учащиеся овладевают не столько алгоритмами решения некоторого узкого класса задач, сколько способами и приемами математической деятельности. Рассматриваемая теория представлена, прежде всего, с точки зрения преемственности с содержанием обучения в основной школе. Теория чисел по содержанию проста и близка к уже имеющемуся у учащихся опыту. Трудности ее усвоения (и на уровне теории, и в еще большей степени – на уровне упражнений) могут быть связаны с чисто психологическим барьером – непривычностью математической деятельности, адекватной содержанию материала. В частности, в этой теории на весьма простом материале развивается умение доказывать, а это умение, как известно, – одно из наиболее слабых мест в математической подготовке учащихся. Символика правила употребления знака сравнения абсолютно не отличается от правил употребления знака равенства, так что фактически не затрудняет учащихся. Язык сравнений существенно облегчает запись рассуждений при решении задач на остатки. В будущем появление новых понятий на факультативных занятиях в школе существенно поможет адаптации школьника в вузе.

Целью разработанного программно-методического комплекса «Элементы теории чисел» является развитие познавательных интересов учащихся, углубление их знаний по основам теории, развитие логического, творческого, эвристического и нестандартного мышления.

Программно-методический обучающий комплекс «Элементы теории чисел» содержит следующие структурные части:

- теоретический материал;
- разбор решений тематических задач;

- разноуровневые практические задания, в том числе олимпиадные задачи и задачи централизованного тестирования, решаемые с помощью аппарата теории чисел;
- промежуточное и контрольное тестирование с возможностью проверки правильности решения;
- итоговый тест.

Данный программно-методический комплекс является одним из способов изучения элементов теории чисел, который позволяет систематизировать знания, полученные в разделах школьной алгебры, и применять эти знания к решению различных задач алгебры и начал математического анализа. Он разделен на ряд последовательных разделов: «Основы теории чисел», «Делимость», «Признаки делимости», «Натуральные числа», «Понятие сравнения. Основные свойства сравнений», «Проверка результатов арифметических действий». Программно-методический комплекс «Элементы теории чисел» соответствует требованиям учебной программы по учебному предмету «Математика» для X классов учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания (повышенный уровень) и способствует развитию метапредметных компетенций у учащихся 10-х классов ГУО «Ельская районная гимназия».

Основная же цель обучения, которую преследует учитель, – это формирование у учащихся навыка самообразования с использованием современных информационно-коммуникационных технологий и совершенствования технологии общения. Необходимость новых методов обучения приводит к появлению уникальных электронных изданий, которые вбирают в себя не только теоретическую информацию, но и практические задания. В связи с этим и появилась идея представить данный программно-методический комплекс в виде электронного учебника по теории чисел для учащихся 10-х классов, который призван повысить качество образования.

Электронный учебник был апробирован на факультативных занятиях «Готовимся к олимпиадам по математике» в ГУО «Ельская районная гимназия». Электронный учебник полностью соответствует требованиям, предъявляемым к учащимся в ходе изучения математики.

Нами проводилось экспериментальное исследование с целью выявления уровня усвоения знаний учащимися по итогам внедрения в процесс обучения электронного учебника. Успешность овладения учениками знаниями посредством электронного учебника оценивалась с помощью проверочных тестов и итогового теста. Внедрение электронного учебника способствовало повышению познавательной активности школьников, самоорганизации, систематизации полученных знаний, формированию предметно-информационных, деятельностно-коммуникативных компетенций, компетенций самообразования и др. Разработанный электронный учебник по теории чисел может использоваться учителями математики при проведении факультативных занятий для совершенствования процесса обучения и в качестве дидактического материала.

Л. А. ИВАНЕНКО,¹ И. В. ШУРПАЧ²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²ГУО «Средняя школа № 13 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Воспитание самостоятельности выступает одной из важнейших задач для каждого учителя. Самостоятельность играет одну из важнейших ролей не только при получении среднего образования, а также в дальнейшей трудовой деятельности. Одной из целей, заложенных в концепции учебного предмета «Математика», является формирование самостоятельности учащихся. Для решения этой задачи в процессе обучения используются различные методические приемы. Однако все они неразрывно связаны с процессом контроля деятельности учащихся. Проверка и оценка качества усвоения учебного материала, согласно современным психолого-педагогическим представлениям, является важнейшим структурным компонентом процесса обучения в школе. В научно-методической литературе выделяют следующие виды контроля: предварительный, текущий, итоговый. С его помощью устанавливается исходный уровень знаний учащегося и получается информация о нем как в самом процессе обучения, так и в конце каждого этапа. Для достижения цели обучения необходим контроль на трех этапах. Это требует от учителя большого объема работы на каждом из этапов.

В настоящее время для контроля знаний все чаще используется тестирование. Оно наиболее точно позволяет проанализировать процесс обучения, искоренить недочеты и видеть перспективы дальнейшего развития.

Для анализа сложившейся практики использования тестирования в учебном процессе нами было проведено тестирование коллег – учителей-математиков. Результаты мониторинга (анкетирования учителей) позволили сделать вывод, что учителя математики применяют тестовую методику в основном для итогового контроля.

Проведенный анализ результатов учебной деятельности учащихся показал недостаточное использование потенциала развивающих и обучающих тестовых заданий, что приводит к поверхностному усвоению материала, снижению эффективности обучения.

Тесты, целью применения которых является достижение определенных образовательных или развивающих целей, называются обучающими или развивающими. Классификация тестовых заданий обучающего характера связывается с формированием того или иного уровня знаний: тестовое задание на первичное закрепление знаний, на применение знаний по образцу, на применение знаний в знакомой ситуации, на применение в новых ситуациях.

Понятие «тест» в силу своей многозначности является как диагностическим, так и дидактическим средством. Среди дидактических функций теста следует выделить обучающие, развивающие и воспитывающие. К дидактическим можно отнести оценочные, коррекционные, профилактические функции.

Рассмотрим использование тестовых заданий на различных этапах урока. Для осуществления актуализации знаний используем тестовые задания со свободно-конструируемым ответом или с выбором ответа. Они наиболее полно отвечают задачам данного этапа, способствуют получению более достоверных сведений об уровне знаний, умениях и навыках на данном этапе процесса обучения. Полученные результаты можно сразу же проанализировать с учащимися, выбрать общими усилиями верный ответ и наметить пути дальнейшей работы.

Например, тест 1. Выберите верные утверждения:

1. Если фигуры равны, то их площади равны.
2. Если площади фигур равны, то фигуры являются равными фигурами.
3. Площадь параллелограмма равна произведению стороны и высоты, проведенной к ней.
4. Площадь треугольника равна произведению катетов.
5. Площадь трапеции равна произведению полусуммы оснований на высоту.
6. Площадь ромба равна произведению диагоналей.
7. Квадрат гипотенузы равен сумме катетов.
8. Медиана делит треугольник на два равновеликих.
9. Диагональ параллелограмма делит его на два равных треугольника.
10. Диагональ трапеции делит ее на два равновеликих треугольника.

Для учащихся 8–9 классов предлагаем тесты закрытого типа множественного выбора, где нужно выбрать один или несколько правильных ответов.

Например, на уроке обобщения материала при изучении темы «Вписанные и описанные многоугольники» (Геометрия, 9 класс) используем тесты, в которых надо выбрать верные или неверные ответы.

Тест 2. «Вписанные и описанные многоугольники»

1. Центр вписанной в треугольник окружности совпадает с точкой пересечения его...
а) медиан; б) биссектрис; в) серединных перпендикуляров.
2. Центр вписанной в треугольник окружности равноудален от...
а) сторон; б) углов; в) вершин треугольника.
3. Центр вписанной в треугольник окружности является точкой пересечения его медиан. Этот треугольник...
а) прямоугольный; б) равнобедренный; в) равносторонний.
4. Окружность называется вписанной в многоугольник, если ...
а) все его стороны касаются окружности; б) все его вершины лежат на окружности; в) все его стороны имеют общие точки с окружностью.

На этапе первичной проверки понимания тест составляем так, чтобы задания позволили проверить, насколько учащийся может повторить новую информацию. Основной целью этого тестирования является проверка правильности воспроизведения и понимания учащимися определений, правил, алгоритмов, всего того, что было рассмотрено.

Например, по теме «Равнобедренный треугольник» (Геометрия, 7 класс) выполняем задания такого типа: Впишите пропущенные слова:

- а) Треугольник называется равнобедренным, если у него две ... равны.
- б) Эти равные стороны называются ... сторонами, а третья сторона называется ... треугольника.
- в) Если в треугольнике имеется пара равных углов, то такой треугольник ...

На этапе закрепления знаний, умений, навыков используем тесты, состоящие из заданий со множественным выбором ответов. Это позволяет определять показатели усвоения материала как каждого ученика, так и класса в целом. После разбора ошибок учащимися, успешно справившимися с тестом, предлагаем выполнить более сложное задание.

Наличие системы практических заданий на применение введенного понятия является одним из обязательных условий для его успешного усвоения. Приведем примеры заданий, направленных на формирование умения применять понятия:

« $\angle AOB = 72^\circ$. Внутри этого угла проведен луч OC и биссектрисы углов AOC и BOC . Найдите угол между биссектрисами.

Варианты ответа: а) 75° ; б) 12° ; в) 36° ; г) 90° ».

Данные тестовые задания выполняют обучающую функцию на этапе закрепления изучаемого понятия. При итоговом контроле тест составляем из различных по сложности заданий, которые охватывают материал по крупным блокам (определенный раздел или глава), их выполнение рассчитано на целый урок. Также можно предложить самим ученикам составить тест. Это способствует формированию умений самостоятельной деятельности, опыта применения полученных знаний, умений и навыков обобщать и анализировать знания, применять их потом при выполнении заданий на уроках.

Таким образом, в традиционной технологии обучения тестирование может органично вписываться в учебный процесс на различных этапах обучения математике. Оно вносит разнообразие в закрепление и усвоение нового материала, способствует профилактике неуспеваемости учащихся.

Л. П. КОЗАК

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОМУ УРОКУ И КРИТЕРИИ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

Меняются цели и содержание образования, появляются новые средства и технологии, но урок остается главной формой обучения. Эта форма многие столетия определяла лицо школы, являясь ее «визитной карточкой». Безусловно, и современная школа держится на уроке, который определяет ее социальный и педагогический статус, роль и место в становлении, развитии и педагогов, и учащихся.

За период своей профессиональной деятельности учитель в среднем дает более 25 тысяч учебных занятий, уроку отводится более 98 % учебного времени. Каждый учащийся за школьные годы посещает почти 10 тысяч уроков. Именно уроку посвящена каждая четвертая книга или брошюра по дидактике.

Что значит современный урок? Это и совершенно новый, и не теряющий связи с прошлым, одним словом – актуальный урок.

Актуальный означает важный, существенный для настоящего времени. А еще – действенный, имеющий непосредственное отношение к интересам ребенка, его родителей, общества, государства [1, с. 37].

Помимо этого, если урок современный, то он обязательно закладывает основания для будущего, готовит каждого учащегося к жизни в меняющемся обществе.

Основная задача сегодня заключается не в том, чтобы расставить отметки и указать: этот урок хороший, этот плохой, этот современный, а этот устаревший. Важно другое – нужно понять:

что происходит с современным уроком;

насколько он эффективен в решении новых задач, стоящих перед образованием;

как мы – педагоги – продвинулись за последние годы в понимании целей урока, его структуры, содержания и методов обучения;

как меняется позиция педагога при проведении современного урока?

Основной идеей современного урока является представление о единстве обучения, воспитания и развития. В соответствии с этой идеей должно конструироваться и осуществляться каждое учебное занятие. И что бы ни говорили о таких нужных и правильных идеях, как самообразование, дистанционное обучение, он – учитель – всегда будет главным действующим лицом на любом уроке.

Вместе с тем, мы все понимаем, что урок не может не меняться. Это объективный процесс, на который влияет целый ряд факторов [2, с. 23].

В частности:

1. Появились образовательные стандарты и на их основе – обновленные учебные программы и учебники, которые активно используются в образовании. Безусловно, они требуют совершенствования форм обучения.

2. Другой важный проект – переход на профильное и допрофильное обучение. Это ставит перед современным уроком новые задачи.

3. Внедряются информационные технологии. В школы поставляется компьютерная техника, интерактивные доски, и педагоги активно учатся использовать все это на своих уроках. Информатизация образования оказывает значительное влияние на современный урок.

4. Организация централизованного тестирования и его апробация на репетиционном тестировании также стали важным событием для всей системы образования. Они предъявляют свои требования к содержанию урока, оценке образовательных достижений учащихся.

Обозначенная позиция позволяет сформулировать наиболее общие **подходы к организации современного урока:**

усиление его социальной направленности, предполагающей повышение готовности к вхождению во взрослую жизнь, развитие коммуникативной культуры;

практическая ориентированность образования, предусматривающая оптимальное сочетание фундаментальных и практических знаний;

направленность на развитие мышления, практических навыков;

расширение коллективных форм работы, привязка изучаемого материала к проблемам повседневной жизни;

дифференциация образовательного процесса, увеличение доли самостоятельной работы обучаемых (рефераты, проекты, исследовательская и экспериментальная деятельность).

Именно таким (в самых общих чертах) должен быть современный урок, который будет обеспечивать развитие качеств, отвечающих требованиям современного общества, позволит детям активно войти во взрослую жизнь.

В современном обществе на протяжении последних 10–15 лет происходило становление различных **моделей дидактических систем** со своей культурой проектирования и реализации учебных занятий.

Можно выделить три основные:

традиционная (классно-урочная);

модель технологизации образования;

модель компетентностного подхода.

Планируя современный урок, педагог должен знать (чему учить, ради чего учить, как учить):

на современном уроке нет места скуке, страху и злости от бессилия;

на современном уроке царит атмосфера интереса, доверия и сотрудничества;

на современном уроке есть место каждому учащемуся, потому что современный урок – залог его успеха в будущем!

Критерии эффективности современного урока:

обучение через открытие;

самоопределение обучаемого к выполнению той или иной образовательной деятельности;

наличие дискуссий, характеризующихся различными точками зрения по изучаемым вопросам, сопоставлением их, поиском за счет обсуждения истинной точки зрения;

развитие личности;

способность учащегося проектировать предстоящую деятельность, быть ее субъектом;

демократичность, открытость;

осознание обучаемым деятельности: того как, каким способом получен результат, какие при этом встречались затруднения, как они были устранены, и что чувствовал учащийся при этом;

моделирование жизненно важных профессиональных затруднений в образовательном пространстве и поиск путей их решения;

позволяет обучаемым в коллективном поиске приходиться к открытию;

учащийся испытывает радость от преодоленной трудности учения, будь то: задача, пример, правило, закон, теорема или – выведенное самостоятельно понятие;

педагог ведет учащегося по пути субъективного открытия, он управляет проблемно-поисковой или исследовательской деятельностью учащегося.

Перестает быть однозначной и роль учителя в процессе обучения. Сегодня учитель не столько «источник знаний» и «надзиратель», сколько «помощник», «организатор», «защитник», «эксперт».

Какие бы инновации не вводились, только на уроке, как сотни лет назад, встречаются участники образовательного процесса: учитель и учащийся.

Можно долго спорить о том, каким должен быть урок. Неоспоримо одно: он должен быть одушевленным личностью учителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Древис, У. Организация урока (в вопросах и ответах) / У. Древис, Э. Фурман. – М. : «Просвещение», 2014. – 56 с.
2. Кашлев, С. С. Современные технологии обучения / С. С. Кашлев. – Минск : «Университетское», 2000. – 78 с.

В. М. КОПЫЛОВА

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

ПРИМЕНЕНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВА УЧЕТА РАЗЛИЧНЫХ СТИЛЕЙ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ментальные карты – это некоторая структура, демонстрирующая связи между мыслями и главной идеей.

Ментальные карты представляют собой отображение на бумаге эффективного способа думать, запоминать, вспоминать, а также возможность представить и наглядно выразить свои внутренние процессы обработки информации. Ментальные карты – это одна из популярных и востребованных сейчас техник визуализации мышления. Зачастую люди для записи своих мыслей пользуются линейной формой записи, то есть используют текст, схемы, таблицы, списки. В ментальных картах используется система записи рассуждений, отличная от привычной – радиальная. Суть ее заключается в следующем: основная тема располагается в центре листа, от центральной темы на расходящихся ветвях пишутся ключевые слова-ассоциации, которые передадут смысл целой идеи, сопровождаемые небольшими рисунками.

Во время проведения практики учащимся профильного физико-математического 11 класса было предложено создать ментальную карту по уже изученным темам: «Понятие производной, физический и геометрический смыслы производной» и «Правила вычисления производной». Данные карты составлялись учащимися с целью обобщения и систематизации знаний перед выполнением самостоятельной работы.

Перед выполнением данного задания учащимся было дано понятие ментальной карты и озвучены правила создания ментальных карт. А также были продемонстрированы ментальные карты, соответствующие как доминирующему образному типу памяти, так и доминирующему словесно-логическому типу памяти. Учащимися были созданы как электронные ментальные карты (рисунок 1), так и ментальные карты, созданные с использованием традиционных средств – бумаги и цветных карандашей, ручек, маркеров (рисунки 2, 3).

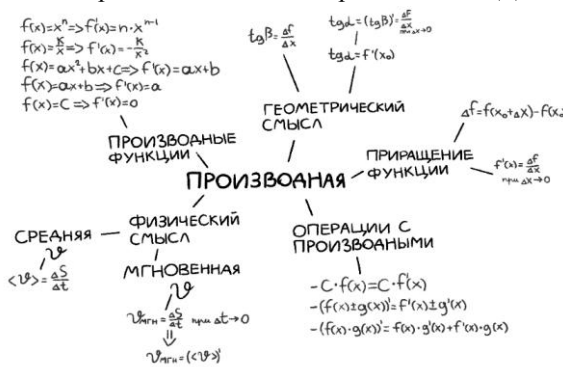


Рисунок 1

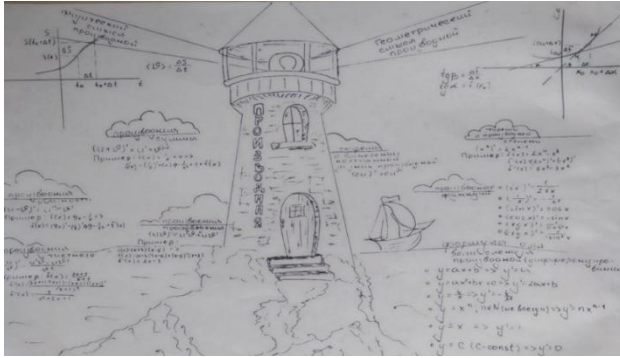


Рисунок 2

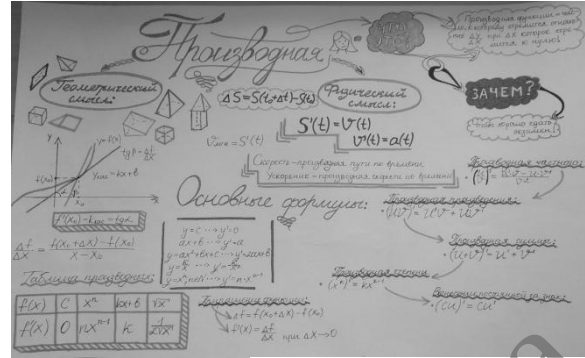


Рисунок 3

Можно заметить, что все ментальные карты, созданные учащимися профильного физико-математического 11 класса, соответствуют доминирующему словесно-логическому типу памяти. Для сравнения рассмотрим ментальную карту по данной теме, созданную для учащихся с доминирующим образным типом памяти (рисунок 4).

Просматривая ментальные карты учащихся, учитель может судить о том, с какими сложностями столкнулись учащиеся и на что стоит обратить большее внимание.

В данном случае, анализируя ошибки, допущенные учащимися, можно сделать вывод о том, что наибольшую сложность у учащихся вызвало понятие «стремление», так как наиболее распространенная ошибка допускается учащимися в определении производной. На рисунках 1 и 3 можно увидеть следующую запись: $f'(x) = \frac{\Delta f}{\Delta x}$, это означает, что у учащихся не сформировалось знание о том, что производная – это не само отношение приращения функции к приращению аргумента, а число, к которому стремится данное отношение, когда приращение аргумента стремится к 0.



Рисунок 4

Ментальные карты, в отличие от привычных способов записи и структурирования информации, могут быть использованы для учащихся с различными стилями учебно-познавательной деятельности, так как каждый человек вырабатывает собственный стиль создания ментальных карт. Также данный тип визуализации позволяет учителю определить доминирующий тип памяти учащихся, что позволит предлагать учащимся учебные материалы в том виде, который наиболее удобен для запоминания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сазанова, Л. А. Ментальные карты как средство обучения в вузе / Л. А. Сазанова // Перспективы развития информационных технологий. – 2016. – № 28. – С. 118–122.
2. Дронова, Е. Н. Ментальные карты в учебном процессе: роль и основы разработки / Е. Н. Дронова // Проблемы современного образования. – 2017. № 2. – С. 118–124.

Л. В. КОСТЕНКО

ГУО «Средняя школа № 3 г. Калинковичи» (г. Калинковичи, Беларусь)

ИДЕИ ГЛЕНА ДОМАНА НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Актуальность выбранной темы состоит в необходимости широкого применения продуктивных инновационных технологий на уроках физики, которые позволяют быстрее, экономичнее и качественнее достигнуть цели физического образования.

Целью данной работы является выявление положительных сторон при использовании инновационных технологий на уроках физики.

Теоретическая часть

В образовании сегодня действует принцип вариативности, который даёт педагогическим коллективам возможность конструировать педагогический процесс, используя авторские разработки. В этих условиях преподавателю необходимо не только ориентироваться в широком спектре инновационных технологий, идей, направлений, но и, тщательно изучив их, не открывая уже открытое, применять их на практике.

Понятие «инновация» определяется как нововведение, приращение, способствующее качественному изменению образовательной среды.

В качестве результата инновационной деятельности рассматривается переход системы из одного состояния в другое, обеспечивающий повышение качества образования.

В своей практике мы используем идеи Глена Домана.

ГЛЕН ДОМАН – американский врач-психолог, получивший известность благодаря работе с детьми, имеющими мозговые травмы. В 1940 году, согласно господствующему мнению, мозговые травмы продолжали считаться неизлечимой болезнью, хотя некоторые жертвы таких травм иногда можно было сделать более или менее жизнеспособными. Г. Доман решил не ограничиваться этим, он решил добиваться возможности для полного излечения инвалидов. К концу 50-х годов были изучены главные человеческие функции. К концу 60-х их научились измерять, хотя ещё не предполагали, что эти средства измерения человеческих способностей являются и средствами измерения детского интеллекта. Глен Доман и учёные его института обнаружены 6 функций, благодаря которым человек выделяется среди других созданий. Все они – продукт коры головного мозга. Три из этих функций по своей природе являются моторными и полностью зависят от трёх других, сенсорных.

Сенсорные способности:

- *Зрение*, благодаря которому мы можем читать письма придуманного, символического визуального языка, основанного на определённых соглашениях.
- *Слух*, благодаря которому мы можем понимать звуки придуманного, символического звукового языка, основанного на определённых соглашениях.
- *Ощущение*, благодаря которому мы способны идентифицировать объекты, не прибегая для этого к помощи зрения, вкуса или запаха.

Таким образом, были сделаны выводы, что мобильность и интеллект связаны самым непосредственным образом, и особенно важна эта связь в раннем возрасте. Потребность двигаться стоит на втором месте после потребности дышать. Движение – это фундамент для всех других человеческих способностей. Физический интеллект является первым и самым основным видом человеческого интеллекта.

Глен Доман – автор всемирно известных бестселлеров «Как научить ребенка математике», «Как сделать ребенка физически совершенным», «Как научить ребенка читать», «Как дать ребенку энциклопедические знания» и других, обучающих родителей занятиям со своими детьми.

Практическая часть

В 2004 – 2005 учебном году на базе 7 «а» класса нами был проведён эксперимент по методике Глена Домана. Этот класс по многим показателям слабее 7 «б» класса, а так как физика – наука сложная и дети начинают её изучать только в 7 классе, чтобы не упустить детей и добиться результата (хочется, чтобы учащиеся усвоили материал хотя бы на третьем уровне) и применялись идеи Глена Домана на уроках физики.

Таблица 1

Уровень успеваемости учащихся	7 «а» класс	7 «б» класс
Повышенный	0	1
Достаточный	5	8
Средний	8	7
Удовлетворительный	5	1
Низкий	0	0
Количество учащихся	18	17

В начале и в конце урока перед звонком, настроив учащихся на положительные эмоции (очень важный фактор) показываем карточки с нанесёнными буквенными обозначениями физических величин красного цвета, при этом называя их в течение 1 секунды. За один урок показываем 5 карточек,

на следующий одну из них заменяю новой и т. д., каждый урок добавляется одна новая величина, но по количеству всех должно быть только пять. Следующим этапом является показ единиц измерения этих физических величин, затем физических формул. По окончании I четверти ребята из контрольного класса называли физических понятий меньше, чем из класса, где проводится эксперимент. Во II четверти после просьбы учащимся написать физические величины и единицы их измерения были получены следующие результаты: количество правильно написанных физических величин и единиц измерений в контрольном 7 «б» классе равнялось восьми, а в экспериментальном 7 «а» классе равнялось 10, что объективно доказывает лучшее усвоение и запоминание.

Для того, чтобы приступить к выполнению программы по методике Г. Домана потребовалась большая предварительная работа. Первое, что необходимо, – это изготовить карточки размером 28х28 см. На карточку без всякого фона записывается формула, физическая величина или единица измерения физической величины, о которых мы хотим рассказать учащимся.

Вывод

Использование вышеперечисленного позволяет повысить эффективность учебного процесса, помогает достигать лучшего результата в обучении физике, повышает познавательный интерес к предмету.

Системная работа по использованию идей Глена Домана в образовательном процессе приводит к тому, что успеваемость по физике повышается, учащиеся принимают активное участие в предметных неделях, участвуют в олимпиадах, научно-практических конференциях по предмету, форумах, у слабых учащихся снижается порог тревожности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доман Гленн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Доман,_Гленн. – Дата доступа: 15.02.2021.

2. Методика Глена Домана [Электронный ресурс] // o-krohe.ru. – Режим доступа: <https://o-krohe.ru/razvivayushchie-metodiki/glen-doman/>. – Дата доступа: 30.01.2021.

Е. М. КРАВЕЦ, М. В. ФЕДОРЕНКО

ГУО «Средняя школа № 16 г. Мозырь» (г. Мозырь, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНСТРУКТОРА LEGO WEDO НА УРОКАХ ФИЗИКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ XXI ВЕКА

С каждым годом в мире увеличивается темп развития прогресса, и повседневная жизнь ставит перед членами современного общества нетривиальные проблемы, которые требуют быстрого и эффективного решения. Необходимо обратить свой взгляд на подготовку инженерных кадров, которые необходимы в эпоху развития IT-отраслей и цифровой трансформации экономики. Сегодня актуальны на рынке труда такие качества личности, как умение управлять своей учебно-познавательной деятельностью самостоятельно; работать в команде; критично воспринимать информацию, полученную из различных источников; проявление интереса к творческой деятельности и поиску нестандартных решений. Поэтому образование должно быть направлено на формирование «4К» – четырех ключевых компетенций XXI века: критического мышления, креативности, коммуникации, кооперации.

В числе исследователей, занимающихся проблемами критического мышления, можно выделить Дж. Дьюи, Д. Халперн, Д. Клустера, Р. Х. Джонсона, В. А. Попкова, А. В. Коржуева, Г. Б. Сорину, А. Б. Бутенко и др. Приведем несколько определений критического мышления: критическое мышление – это способность анализировать информацию с позиции логики и личностно-психологического подхода с тем, чтобы применять полученные результаты как к стандартным, так и нестандартным ситуациям, вопросам и проблемам; критическое мышление – это способность ставить новые вопросы, вырабатывать разнообразные аргументы, принимать независимые продуманные решения [3].

Впервые понятие «креативность» в 1922 г. начал использовать Д. Симпсон. Этим термином он обозначил способность человека отказываться от стереотипных способов мышления. В самом общем виде креативность понимается как общая способность к творчеству. Креативность (от лат. creatio – созидание) – это способность человека порождать необычные идеи, находить оригинальные решения, отклоняться от традиционных схем мышления [1].

Термин «коммуникация» появился в научной литературе в начале XX в. Приведем лишь некоторые определения, встречающиеся в литературе. В. П. Конецкая определяет коммуникацию как социально обусловленный процесс передачи и восприятия информации в условиях межличностного и массового общения по разным каналам при помощи различных коммуникативных средств. Т. Шибутани считает, что коммуникация – это, прежде всего, способ деятельности, который облегчает взаимное приспособление деятельности людей... Это такой обмен, который обеспечивает кооперативную взаимопомощь, делая возможной координацию действий большой сложности [2].

Наука о кооперации начала развиваться в конце XIX – начале XX века с развитием теоретической кооперативной мысли. Первым употребил понятие «кооперация» английский экономист, общественный деятель и теоретик кооперации Роберт Оуэн в начале 1820-х годов. Слово «кооперация» происходит от латинского «cooperatio», что в переводе на русский язык означает «работа», «действие», «деятельность». Кооперация – основная форма организации межличностного взаимодействия, которая характеризуется объединением усилий участников для достижения совместной цели при одновременном разделении между ними функций, ролей и обязанностей [4].

В нашей школе ведется систематическая работа по формированию четырех ключевых компетенций XXI века. Функционируют кружок «Робототехника» и объединение по интересам «Создание компьютерных игр» в среде программирования Scratch, имеются наборы конструкторов Lego WeDo, Lego Mindstorms EV3, элементы которых используются на уроках физики.

Конструктор Lego WeDo предоставляет возможности для применения его на уроках физики. Благодаря возможностям строить модели машин и животных, использовать программное обеспечение для управления датчиками и моторами применяется на уроках физики и факультативных занятиях при проведении демонстрационных экспериментов.

Например, в 7 классе на уроке физики при изучении темы «Трение. Сила трения» учащиеся смогли пройти путь «из варяг в греки», используя модели кораблей, разработанные на базе робототехнических конструкторов Lego WeDo (рисунок 1).



Рисунок 1. – Фрагмент урока физики

Проведя эксперименты, учащиеся узнали факторы, влияющие на числовое значение и способы изменения силы трения, практическое использование силы трения в режиме реального времени.

По результатам проведенных экспериментов учащиеся пришли к следующим выводам:

1. Сила трения скольжения зависит от материала, из которого изготовлены трущиеся поверхности, и от степени их обработки (шероховатости).
2. Сила трения скольжения зависит от силы нормального давления и растет при ее увеличении.
3. Сила трения не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.
4. Причиной возникновения силы трения является шероховатость трущихся поверхностей и силы притяжения между молекулами.

В заключение сделали общий вывод о том, что для уменьшения трения возможна замена трения скольжения трением качения.

Учащимся интересны уроки физики, на которых они могут в режиме реального времени конструировать и программировать модели физических явлений.

Из опыта работы можно сказать, что на таких уроках учащиеся учатся решать творческие и нестандартные задачи не только теоретически, но и практически при конструировании и моделировании объектов окружающей действительности; программировать их простые действия и реакции. В процессе урока формируются коммуникативные способности, умения работать в группе, аргументированно представлять результаты своей деятельности, отстаивать свою точку зрения. Что, в свою очередь, свидетельствует о формировании у учащихся ключевых компетенций XXI века.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин, Е. П. Психология творчества, креативности, одаренности / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2009. – 448 с. : ил. – (Серия «Мастера психологии»).
2. Меньшиков, А. А. Основы интегрированных коммуникаций: учебное пособие / А. А. Меньшиков. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2012. – 101 с.
3. Шамова, Т. И. Управление образовательным процессом в адаптивной школе / Т. И. Шамова, Т. М. Давыденко. – М. : Центр «Педагогический поиск», 2001. – 384 с.
4. Ярославцев, А. В. Кооперация: понятие, виды, механизмы создания, условия для эффективной деятельности потребительских обществ : методические рекомендации для муниципальных образований Хабаровского края / А. В. Ярославцев, Т. А. Ярославцева ; под ред. А. А. Изотовой. – Хабаровск : 2018. – 188 с.

Т. Я. КРАВЧУК

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ МАТЕМАТИКЕ В РЕЖИМЕ УЧЕБНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной целью организации обучения математике в режиме учебного исследования является формирование у учащихся учреждения общего среднего образования исследовательской компетенции (умение видеть проблемы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить практические работы, обобщать, делать выводы, объяснять, аргументировать, доказывать и защищать свои идеи), развитие у детей интереса и поисковой активности при изучении математики.

Особенность применения технологии учебного исследования состоит в том, что организация исследовательской деятельности учащихся способствует формированию самостоятельного мышления учащихся, развитию мыслительных операций (анализ, синтез и т. д.), поиску оптимальных решений проблемных ситуаций [1, с. 49–52].

Темы учебных занятий разбиваются на модули, состав которых имеет определенную схему.

Вводное объяснение. Учитель сообщает тему, цель, задачи на ближайшие несколько уроков в рамках целого модуля. Класс делится на группы, каждая получит свою часть темы для исследования и изучения. Педагог сообщает необходимые данные по теме, осуществляет показ математических решений.

Следующий этап – выполнение практических заданий, во время которых учащиеся самостоятельно получают необходимую информацию, действуя по алгоритму, работая с обучающим материалом, исследуя и экспериментируя. Весьма важным является обеспечение реализации принципа: учитель не должен объяснять материал новой темы. Класс разделен на 4–6 групп (в зависимости от полноты изучаемого раздела). Учащиеся каждой группы получают задания для исследования и изучения материала своей части раздела темы. Учитель должен подготовить каждой группе цель, задачи исследования, выдвинуть гипотезу, которую учащиеся должны проверить, подтвердить или опровергнуть в результате исследования. Учитель предоставляет весь необходимый исследовательский материал для работы каждой группы. Роль учителя в этапе выполнения экспериментальных заданий – контролировать, направлять, разъяснять задачи, этапы исследования, но не объяснять материал темы. Учитель внимательно следит за индивидуальным участием учащихся, делая пометки, которые повлияют на оценивание результатов работы каждого учащегося.

Очередной этап – обмен полученными знаниями и результатами выполненной работы. Последующие элементы модуля направлены на практическую отработку полученных знаний. На этом этапе исследования группы по очереди презентуют одноклассникам результаты исследований. Они должны изложить изученный материал, привести доказательства своих исследований, обосновать выводы и грамотно представить исследованный материал. От группы могут выступать как несколько человек, так и все участники. Учитель отмечает активность каждого учащегося в представлении своих исследований.

Выполнение самостоятельных, проверочных, практических (лабораторных), контрольных работ. Данный этап посвящается решению задач, выполнению письменных работ, выставлению отметок за полученные знания.

В каждом модуле рекомендуется проводить обобщающий урок. На данных уроках систематизируется изученный материал, обобщаются знания, ликвидируются пробелы в знаниях, проводится анализ успешности изучения материала всего модуля.

В качестве примера приведем модуль по теме геометрии VII класса:

Название модуля	Количество часов	Вид урока
Свойства параллельных прямых	5	Вводное объяснение
		Выполнение практических заданий
		Обмен полученными знаниями и результатами выполненной работы
		Решение задач
		Обобщающее занятие

Отмечаются следующие положительные стороны проведения занятий в режиме учебного исследования:

- работа учащихся в группах;
- осознание значения результатов собственных исследований для всей группы и понимания этого материала всем классом;
- глубокое изучение учащимися своего конкретного объема материала;
- усиление ответственности каждого учащегося за общий результат;
- необходимость продуманного выступления для передачи информации одноклассникам и их обучения.

При обучении учащихся математике в режиме учебного исследования необходимо учитывать следующие риски:

- недостаточное понимание учебного материала, который изучался и объяснялся другими группами;
- сложности в запоминании материала во время объяснения другими группами;
- снижение у учащихся степени самостоятельной работы дома с новым материалом.

Решению возникающих проблем при обучении учащихся в режиме учебного исследования будут способствовать индивидуальные пояснения, консультации, занятия по индивидуальным просьбам при обращении учащихся к учителю на переменах и после уроков.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в режиме учебного исследования учащимся для изучения нужно предлагать несложный материал, применять технологию учебного исследования лишь фрагментарно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гузеев, В. В. Исследовательская работа школьников: суть, типы и методы / В. В. Гузеев // Школьные технологии. – 2010. – № 5. – С. 49–52.
2. Дроговоз, И. Г. Как организовать исследование и получить результат / И. Г. Дроговоз // Столичное образование. – 2011. – № 5. – С. 49–51.

Т. Я. КРАВЧУК

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Одной из задач информатизации современного общества является использование информационных технологий в образовании. Использование информационных технологий в образовании обеспечивает предметно-наглядное изображение рассматриваемых объектов в условии задачи и является особым средством символизации в научно-теоретическом мышлении. С развитием компьютерных технологий математическое моделирование выделилось в самостоятельную и достаточно важную область применения компьютеров. При изучении математики в учреждении общего среднего

образования значительная часть учебного времени отводится решению текстовых задач. В процессе решения задач строится последовательность математических моделей. Управление компьютерной моделью происходит в форме диалога человека с компьютером, а точнее, с конкретной компьютерной программой.

В методике обучения математике руководствуются общей схемой, которая включает в себя четыре этапа решения задачи:

- понимание постановки задачи;
- составление плана решения;
- реализация плана;
- анализ результатов решения.

Преобразование информации на различных этапах компьютерного моделирования должно осуществляться по определенной схеме.

Этап 1. Разделение информации об объекте и реального объекта, фиксация существенной информации, отбрасывание несущественной. Преобразование (изменение) информации определяется условием решаемой задачи. Информация, существенная для одной задачи, может оказаться несущественной для другой. Потеря существенной информации приводит к неверному решению и не всегда позволяет получить точное решение. Учет несущественной информации, как правило, вызывает неоправданные сложности, чаще всего создает непреодолимые препятствия на пути к решению. Переход от реального объекта к информации о нем решен только тогда, когда поставлена точная задача. В то же самое время постановка задачи может уточняться по мере изучения объекта. Можно сказать, что на первом этапе параллельно идут процессы целенаправленного изучения объекта и уточнения условия задачи.

Этап 2. Структурирование информации о моделируемом объекте, подготовка полученной информации к обработке на компьютере. Структуризация должна соответствовать поставленной задаче и компьютерным средствам обработки информации. Результатом второго этапа будет построение информационной модели.

Этап 3. Модель переносится на компьютер. Важным моментом третьего этапа является уточнение постановки исходной задачи. Далее идет работа с подготовленной компьютерной моделью. Цель этой работы – получить информацию, необходимую для решения исходной задачи.

Какие же виды заданий и учебной деятельности можно предложить учащимся при работе с компьютерными моделями и как организовать эту деятельность?

Виды заданий к компьютерным моделям.

1. Ознакомительное задание. Это задание предназначено для того, чтобы помочь учащемуся понять назначение модели. Задание содержит инструкции по управлению моделью и контрольные вопросы.

2. Компьютерные эксперименты. После того как компьютерная модель освоена, имеет смысл предложить учащимся 1–2 эксперимента. Такие эксперименты позволяют учащимся глубже проникнуть в смысл происходящего на экране.

3. Экспериментальные задачи. Далее можно предложить учащимся экспериментальные задачи, то есть задачи, для решения которых необходимо продумать и поставить соответствующий компьютерный эксперимент. Как правило, учащиеся с особым энтузиазмом берутся за решение таких задач. Несмотря на кажущуюся простоту, такие задачи очень полезны, так как позволяют учащимся увидеть живую связь компьютерного эксперимента и математики.

4. Расчётные задачи с последующей компьютерной проверкой. На данном этапе учащимся можно предложить 2–3 задачи, которые вначале необходимо решить без использования компьютера, а затем проверить полученный ответ, поставив компьютерный эксперимент. При составлении таких задач необходимо учитывать как функциональные возможности модели, так и диапазоны изменения числовых параметров. Следует отметить, что, если эти задачи решаются в компьютерном классе, то время, отведённое на решение любой из этих задач, не должно превышать 5–8 минут. В противном случае использование компьютера становится малоэффективным.

5. Неоднозначные задачи. В рамках этого задания учащимся предлагается решить задачи, в которых необходимо определить величины двух зависимых параметров. При решении такой задачи учащийся должен вначале самостоятельно выбрать величину одного из параметров с учетом диапазона, заданного авторами модели, а затем решить задачу, чтобы найти величину второго параметра, и только после этого поставить компьютерный эксперимент для проверки полученного ответа. Понятно, что такие задачи имеют множество решений.

6. Задачи с недостающими данными. При решении таких задач учащийся вначале должен разобраться, какого именно параметра не хватает для решения задачи, самостоятельно выбрать его величину, а далее действовать, как и в предыдущем задании.

7. Творческие задания. В рамках данного задания учащемуся предлагается составить одну или несколько задач, самостоятельно решить их (в классе или дома), а затем, используя компьютерную модель, проверить правильность полученных результатов. Это могут быть задачи, составленные по типу решенных на уроке, а затем и нового типа, если модель это позволяет.

8. Исследовательские задания. Наиболее способным учащимся можно предложить исследовательское задание, то есть задание, в ходе выполнения которого им необходимо спланировать и провести ряд компьютерных расчетов, которые бы позволили подтвердить или опровергнуть определенные закономерности. Наиболее успешно успевающим учащимся можно предложить самостоятельно сформулировать такие закономерности. Заметим, что в особо сложных случаях учащимся можно помочь в составлении плана необходимых расчетов или предложить план, заранее составленный учителем.

9. Проблемные задания. С помощью ряда моделей можно продемонстрировать так называемые проблемные ситуации, то есть ситуации, которые приводят учащихся к кажущемуся или реальному противоречию, а затем предложить им разобраться в причинах таких ситуаций с использованием компьютерной модели.

Выступая в процессе решения задачи как продукт мыслительного анализа, компьютерные модели становятся особым средством мыслительной деятельности. Поэтому моделирование задач курса геометрии с помощью компьютерных средств можно рассматривать как метод формирования умственных действий, а сами модели – как средство обучения решению задач. Знакомство учащихся с элементами математического и компьютерного моделирования способствует не только формированию у них научного мировоззрения, но и делает их обучение более осмысленным и продуктивным.

ЛИТЕРАТУРА

Шабанова, М. В. Образовательные возможности программы GeoGebra и их использование на уроках геометрии в школе / М. В. Шабанова, О. Н. Троицкая // Современные информационные технологии и ИТ-образование : сб. науч. тр. XI Междунар. науч.-практ. конф., 12–14 декабря 2011 г., Москва ; под ред. В. А. Сухомлина. – М. : Изд-во МГУ, 2011. – Т. 1. – С. 254–258.

Н. П. ЛИСТОПАД

Институт педагогики НАПН Украины (г. Киев, Украина)

РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

В процессе реформирования образования в Украине произошли изменения в содержании начального курса математики. В частности, в программу по математике [1, 32] введена содержательная линия «Работа с данными». Целью изучения содержания этой линии является ознакомление учащихся на практическом уровне с простейшими способами выделения и упорядочивание данных по определенному признаку. Младшие школьники знакомятся с такими способами представления информации, как таблица и диаграмма.

Таблица является формой обобщения информации в различных социальных или научных контекстах. Она обеспечивает привычный способ донести информацию, которая в противном случае может не быть очевидной и легко понятной.

В рамках научного исследования «Технологии формирования в учащихся начальной школы умений работы с данными», проводимого в отделе начального обучения им. А. Я. Савченко Института педагогики НАПН Украины, изучена и обобщена научная и методическая литература, в которой раскрывается методика работы с таблицами в начальной школе.

У публикациях описаны виды таблиц, с которыми работают младшие школьники, а именно:

– справочные таблицы. Они содержат информацию, которую надо запомнить. Размещены такие таблицы в справочниках, учебниках. К ним время от времени обращаются в поисках нужной информации. В учебниках по математике для начальной школы в таблицах показаны числа в пределах миллиона с разных точек зрения: названия чисел, их состав, разряды, виды вычислений;

– информационные таблицы. Эти таблицы содержат данные, которые ученику нужно использовать при выполнении задания. Это могут быть сведения из других образовательных областей – естественнонаучной, исторической, языковедческой и т. п. Ученики получают задание: «найди информацию в таблице», «дай ответы на вопросы», «расположи в порядке уменьшения/увеличения», «выполни вычисления», «поставь другие вопросы по данным таблицы» (нужные вычисления проводятся отдельно);

– вычислительные таблицы. Они являются формой вычислительного задания, учащиеся выполняют вычисления непосредственно в таблице, повторяют компоненты действий и состав чисел. Таблицы также применяются при изучении алгебраического материала (вычисление значений буквенных выражений), поскольку в таблице достаточно легко отследить зависимость значения выражения от изменения буквы, которая входит в него;

– статистические таблицы. Это форма наглядного и систематизированного представления числовых результатов сводки и обработки статистических данных. На уроках учащиеся заполняют статистические таблицы по результатам определенных наблюдений с фиксацией числовых данных;

– логические таблицы содержат задания на размышления: проанализировать данные, найти закономерности, например, «заполни пустые ячейки нужными элементами (фигурами/числами)», «продолжи записи», «сопоставь числа и формулы», «впиши соответствующее число из предлагаемых и сделай вычисления» и тому подобное;

– таблицы для решения задач являются краткой формой записи текстовой задачи. На этапе формирования умения решать простые задачи таблицы вводятся с целью показать различные способы представления информации. В таблице визуализируются связи между данными задачи и искомым. Такие таблицы могут сопровождаться иллюстрациями, схемами. Наиболее эффективным является использование таблиц при решении задач, которые содержат тройки взаимосвязанных величин (цена, количество, стоимость; скорость, время, расстояние, длина, ширина прямоугольника, его площадь и т. д.).

Рассмотренная классификация таблиц была учтена при разработке технологии формирования у учащихся начальной школы умений работы с данными. Система заданий, направленная на развитие у младших школьников навыков чтения таблиц, представления и обработки информации в табличном виде, будет способствовать формированию у учащихся понимания таблицы как инструмента для систематизации и наглядного представления данных, развивать навыки использования данных в учебной и повседневной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

Типова освітня програма, розроблена під керівництвом Савченко О. Я. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-1-4-klas/2019/11/1-2-dodatki.pdf> (дата обращения 19.03.2021).

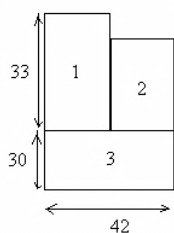
А. А. ЛИТВИНЕНКО

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

ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ 5–9 КЛАССОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ К ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМУ ТЕСТИРОВАНИЮ

Математика является учебным предметом, где невероятно сильна преемственность в обучении. Для того чтобы получить высокие результаты на централизованном тестировании, необходимо добиться успешного усвоения знаний, которые формируются на II ступени обучения.

К таким важным результатам обучения математике относятся: 1) вычислительные умения (учащиеся должны осознавать, что ни на экзаменах, ни на централизованном тестировании нельзя пользоваться калькулятором; поэтому особый акцент следует сделать на рациональных способах вычислений); 2) умение преобразовывать алгебраические выражения, выражения, содержащие степени с целыми показателями и квадратные корни; 3) умение решать линейные, квадратные, дробно-рациональные уравнения, неравенства и их системы (нужно обращать внимание на экономичность записей при решении тестовых заданий); 4) умение строить графики элементарных функций, определять по графику свойства функций; 5) умение решать текстовые задачи; 6) умение решать планиметрические задачи.

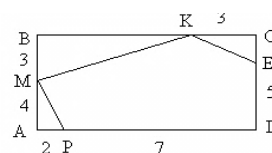
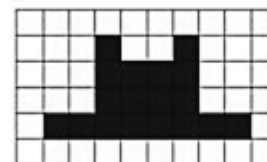


Основными принципами в работе учителя и учащихся являются научность, доступность, многократное повторение, сотрудничество, индивидуальное обучение. Особенно важен принцип систематичности и последовательности. Для того, чтобы получить высокий балл на централизованном тестировании, необходима непрерывная подготовка на протяжении всего периода обучения как на уроках, так и во внеурочной деятельности. Подготовку нужно начинать с 5-го класса, ведь именно в средних классах закладывается основа прочных знаний по математике. Главной целью педагога в подготовке учащихся к централизованному тестированию является создание условий для успешного усвоения новой информации и повторение учебного материала прошлых лет. Например, при изучении в 5 классе тем «Ломаная. Многоугольник.

Периметр многоугольника», «Площадь. Единицы измерения площади. Площадь прямоугольного треугольника и некоторых видов многоугольников» можно подобрать такие задания, где необходимо найти площадь незнакомой фигуры путем ее разбиения на части (прямоугольники, квадраты, прямоугольные треугольники) либо, зная размеры 1 клетки, определить площадь всей фигуры. За основу используются задания из ЦТ или РТ прошлых лет с изменениями условия или дополнением недостающих данных. Например, учащимся можно предложить решить задачу из части А: «Три участка прямоугольной формы разной площади примыкают друг к другу. Известно, что площадь первого участка больше площади второго участка на 324 см, а периметр второго участка 88 см и большая сторона этого участка 26 см. Используя данные рисунка, найдите сумму площадей всех участков. Позже, в 7 классе, когда учащиеся уже умеют решать системы уравнений с двумя неизвестными, можно предложить снова решить данную задачу, но уже записанную в оригинале: «Три участка прямоугольной формы разной площади примыкают друг к другу. Известно, что площадь первого участка больше площади второго участка на 324 см, а сумма их площадей равна площади третьего участка. Используя данные рисунка, найдите периметр второго участка» [1].

Найдите площадь пятиугольника MKEDP, изображенного на рисунке, если четырехугольник ABCD прямоугольник (длины отрезков на рисунке даны в сантиметрах) [2].

Кроме того, можно рассмотреть задания, где необходимо выполнить их не полностью, так как у учащихся еще нет достаточных знаний для его выполнения. Например: «На клеточной бумаге с клетками размером 1 см × 1 см изображена фигура. Найдите площадь этой закрашенной фигуры». Позже, в 6 классе, при изучении темы «Проценты и пропорции» учащимся снова предлагается решить данную задачу, но уже записанную полностью: «На клеточной бумаге с клетками размером 1 см × 1 см изображена фигура. Известно, что площадь этой фигуры составляет 24 % площади некоторой трапеции. Найдите площадь трапеции в квадратных сантиметрах» [1].



В 6 классе при изучении темы «Координатная плоскость» предлагается выполнить задание А6: «На координатной плоскости изображен параллелограмм ABCD с вершинами в узлах сетки» либо задание А 15: «На координатной плоскости изображен тупоугольный треугольник ABC с вершинами в узлах сетки» [1]. Учащиеся должны найти координаты точек A, B, C, D и длины отрезков AB, CD либо CB. В 9 классе, когда они уже умеют находить расстояние между двумя точками на координатной плоскости и знают теорему косинусов, можно снова вернуться к данной задаче и найти длину диагонали AC параллелограмма, косинус угла ABC этого треугольника.

Иногда, чтобы вызвать интерес у учащихся, формулировка задания остается без изменения, но при этом учащимся сообщается, что сейчас мы сможем найти координаты только точек A, B, C, D и длины отрезков AB, CD либо CB, а в старших классах выполнить остальную часть задания.

При изучении тем «Виды треугольников», «Сумма углов треугольника» работу можно организовать через выявление известных закономерностей в результате непосредственной «исследовательской работы». По вариантам можно предложить измерить длины сторон, градусные меры углов треугольника, а затем под руководством учителя определить, какие бывают виды треугольников в зависимости от величины их углов и числа равных сторон. Далее учащимся предлагается выполнить задание А1 (2012 г.), где необходимо указать номер рисунка, на котором изображен равнобедренный треугольник [1]. Тем самым обращая внимание учащихся на то, что знания, которые они приобретают в 6 классе, будут необходимы им и при сдаче централизованного тестирования.

В 5 и 6 классах создается фундамент для дальнейшего развития математической компетенции, формирования механизмов мышления, характерных для способов деятельности, применяемых в математике и необходимых для успешного продолжения образования в 7–9 классах и на III ступени общего среднего образования.

Начиная с 7 класса, когда учащиеся знакомятся с новым разделом математики «Геометрия», учитель предлагает начать вести опорный конспект, в который учащиеся, используя математический язык, записывают основные свойства, признаки фигур, а также геометрические формулы. Данный конспект является неотъемлемым помощником при решении задач, так как при составлении конспекта, схем мобилируются все виды памяти: зрительная, моторная, ассоциативная, эмоциональная, что способствует лучшему запоминанию материала.

Далее работу учитель организует таким образом, чтобы при изучении практически каждой темы главы на уроке присутствовали задания по данной теме из централизованного тестирования, репетиционного тестирования, демонстрационных тестов прошлых лет.

На каждом уроке математики заострять внимание на тех вопросах изучаемой темы, которые могут встретиться на ЦТ.

Основополагающее звено в обучении математике – это, конечно же, урок. Немаловажным является использование тестовых заданий на уроках, которые являются одним из средств дифференциации обучения и позволяют оценивать сильные и слабые стороны математической подготовки каждого учащегося, быстро проверять выполненную работу, дисциплинируют ученика.

Повторение ранее изученного материала следует проводить на каждом уроке в 10–11 классах параллельно с изучением нового. Однако важно повторение системное. Особая роль здесь отводится дополнительным занятиям, которые позволяют расширить рамки школьной программы, более подробно изучить сложные темы и вопросы, на которые в школьных учебниках обращается недостаточно внимания. Они помогают также своевременно проводить коррекцию знаний учащихся. На таких занятиях учащиеся работают самостоятельно или группами с помощью учителя над тестовыми заданиями по теме.

При подготовке к централизованному тестированию многое зависит и от самого ученика, его стремления и желания. Конечно, научить можно лишь того, кто хочет этого. Главное в процессе подготовки к ЦТ – это мотивация самого учащегося.

ЛИТЕРАТУРА

1. Централизованное тестирование. Математика: полный сборник тестов / Респ. Ин-т контроля знаний Мин-ва образования Респ. Беларусь. – Минск : Аверсев, 2017. – 208 с.
2. Математика: ЦТ за 60 уроков / С. А. Барвенков, Т. П. Бахтина. – Минск : Аверсев, 2019. – 304 с.

Ф. Ф. МУХА

ГУО «Средняя школа № 7 г. Гомеля» (г. Гомель, Беларусь)

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Математика как учебный предмет является одним из определяющих факторов развития учащихся, их интеллекта, волевых качеств, готовности к решению проблем, которые возникают в различных жизненных ситуациях.

Ожидаемые результаты общего среднего образования воплощает учащийся, владеющий предметными компетенциями, навыками самостоятельной учебной деятельности, мотивированный на образование в течение жизни; умеющий получать, анализировать и критически воспринимать информацию; применять ее в учебно-познавательной деятельности и социальной жизни; умеющий управлять своей учебно-познавательной деятельностью и способный применять полученные знания на практике; способный к личностной самореализации, творческой и инновационной деятельности с целью создания лично и социально значимого продукта, умеющий находить новые решения, проявляющий гибкость в условиях динамичных социальных изменений [1].

Имея целью и основным результатом обучения только формирование знаний, умений и навыков, учитель обычно относится к учащемуся как к объекту образовательного процесса, целиком зависящему от его действий и указаний, тормозя при этом развитие его познавательной активности.

Современная организация образовательного процесса требует реализации активной и разнообразной познавательной деятельности учащихся, что позволяет перейти от модели запоминания информации и репродуктивного воспроизведения к модели компетентностного обучения.

Компетентностное обучение рассматривается как перспективная модель, поскольку в ее рамках учащиеся осуществляют учебную деятельность, которая характеризуется исследовательской и практико-ориентированной направленностью [2, с. 31]

Компетентностный подход означает, что учащийся становится субъектом деятельности, и процесс обучения для него приобретает личную значимость, привлекаются его знания и опыт, а умения и навыки превращаются в компетенции.

В контексте внедрения компетентностного подхода в обучении математике требуется не только усвоение учащимися математических знаний, умений и навыков, но и формирование у них готовности самостоятельно применять полученные знания для решения широкого круга проблем.

Одной из форм формирования компетентностных умений и навыков является параллельное изучение тем. Его преимуществом является сравнительный анализ двух математических объектов. На наш взгляд, параллельно удобно изучать следующие темы: «Арифметическая и геометрическая прогрессии», «Показательная и логарифмическая функции», «Многогранники и тела вращения».

Например, при изучении темы «Прогрессии» в 9 классе обучающимся предлагается разделить страницу тетради по вертикали на две равные части, одну из них озаглавить «Арифметическая прогрессия», а другую – «Геометрическая прогрессия». Полученная таблица заполняется в течение урока. В нее записывают определения арифметической и геометрической прогрессий, их примеры, соответствующие формулы.

Параллельное изучение всех вышеперечисленных тем способствует созданию у обучающихся четких и прочных семантических кодов.

Одним из способов повышения качества обучения является блочное изложение материала. Единым блоком было организовано изучение материала в 8 классе по теме «Четырехугольники».

В течение двух уроков изучался весь теоретический материал по данной теме. Причем изложение нового материала проводилось в форме лекции-беседы, при этом учитель предлагает учащимся заранее составленные вопросы. Обучающиеся, в свою очередь, задавали возникшие у них вопросы. При этом рассматривались не только формулировки теорем, но и основополагающие доказательства. На последующих уроках отработывались логические цепочки доказательств теорем и решение задач различных уровней сложности.

Наиболее эффективным средством организации самостоятельной работы учащихся в процессе изучения математики и инструментом формирования математической компетентности является метод проектов.

Проектную деятельность учащихся в обучении математике можно реализовать в форме как долгосрочных, так и краткосрочных учебных проектов. Поскольку долгосрочные проекты требуют значительных ресурсов, по нашему мнению, в школьной практике лучше использовать краткосрочные проекты в форме уроков-проектов.

Наиболее существенные этапы такого урока покажем на примере урока-проекта по теме «Пирамида».

Подготовка к уроку проводится заранее. Класс разбивается на три группы, каждая группа готовит определенный материал. Учащиеся ищут информацию по теме, исторические факты и задачи, создают презентации. Первая группа «Историки» готовят небольшие доклады об истории первых пирамид, изучают древние пирамиды с математической точки зрения, формулируют выводы о значимости пирамид с исторической и математической точек зрения.

Учащиеся второй группы «Теоретики» изучают пирамиду как геометрическое тело, находят определения пирамиды, которые были сформулированы древними учеными, сравнивают современные трактовки с древними, создают карточки-памятки с основными понятиями темы «Пирамиды», а третья группа «Практики» занимается исследованием уникальных свойств пирамид, готовит материал о практическом применении свойств пирамид.

Учитель предварительно совместно с учащимися определяет цель и задачи урока: умение выступать перед аудиторией, развивать творческие, исследовательские способности.

Учащиеся первой группы «Историки», представляют информацию «Исторические сведения о пирамиде». Доклад параллельно транслируется с помощью проектора на экран. После доклада проводится обсуждение представленного материала.

Группа теоретиков демонстрирует презентацию, которая содержит основные понятия и формулы темы «Пирамида». Учащиеся повторяют данную информацию, не только просматривая презентацию на экране, но и за рабочими столами с помощью карточек-памяток, которые заранее разработала группа «Теоретиков».

После выступления группы «Теоретики» учащиеся выполняют устный математический диктант.

Затем представители третьей группы «Практики» демонстрируют в виде презентации интересные задачи. При показе каждого слайда с условием задачи учащиеся двух других групп решают их, обсуждая вместе поиск результата.

После выступления всех учащихся учитель переходит к итогам урока. Оценивает учащихся, обращая внимание на их достижения, наиболее интересные моменты урока. Потом с помощью системы вопросов позволяют учащимся осуществить рефлексию своей самостоятельной работы.

Таким образом, использование компетентного подхода позволяет наполнить математическое образование знаниями, умениями, связанными с личным опытом и потребностями учащегося с тем, чтобы он мог осуществлять продуктивную и осознанную деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 26 декабря 2018 г. № 125 «Об утверждении образовательных стандартов общего среднего образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adu.by/images/2019/01/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 23.09.2019.

2. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии-3 / Н. И. Запрудский. – Минск, 2017. – 168 с.

М. В. НЕНАРТОВИЧ

ГУО «Средняя школа № 17 г. Лиды» (г. Лида, Беларусь)

К ВОПРОСУ ГРАФИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ КАК ОДНОГО ИЗ ВИДА НАГЛЯДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Учебная программа по предмету «Математика» в 10–11 классах предполагает решение различных типов задач. Каждому типу задач свойственно свое решение. Решение данных задач с использованием наглядного моделирования позволяет учащимся изучать математические объекты, их свойства и закономерности, отношения составляющих частей путем построения соответствующих наглядных моделей по заданным условиям [1; 2]. Под спецификой наглядного моделирования в обучении математике понимается возможность распознавания, рассмотрения и анализа учащимися структуры модели, свойств, закономерностей, отношений, взаимосвязей её составляющих частей, формирования осознанного восприятия, что способствует в большей мере устойчивому запоминанию, развитию мышления и воображения при познании объектов окружающего мира [3].

Использование наглядного моделирования позволяет познакомить учащихся с таким понятием, как графическое дифференцирование, и решить задачи на его применение. Рассмотрим метод касательных как один из методов графического дифференцирования.

Метод касательных используется при решении задач графического дифференцирования. В его основу положен геометрический смысл производной, который представляет собой тангенс угла наклона касательной в данной точке кривой с положительным направлением оси абсцисс.

Рассмотрим решение задач данного типа в общем виде.

Задача. Построить график производной данной функции.

Дано: график функции $y = f(x)$ на отрезке $[a; b]$.

Найти: построить график производной функции.

Решение.

Производная функции в точке X равна тангенсу угла наклона к оси абсцисс касательной к её графику в этой точке абсцисс.

Если $x = x_0$, то найдем $y_0 = f(x_0)$ с помощью графика и затем проведем касательную AB к графику функции в точке $(x_0; y_0)$. Проведем прямую, параллельную касательной AB , через точку $(-1; 0)$ и найдем точку y_1 её пересечения с осью ординат. Тогда значение y_1 равно тангенсу угла наклона касательной к оси абсцисс, т. е. производной функции $f(x)$ в точке x_0 : $y_1 = \frac{y_1}{1} = \operatorname{tg} \alpha = f'(x_0)$ и точка $M_0(x_0; y_1)$ принадлежит графику производной (рисунок 1).

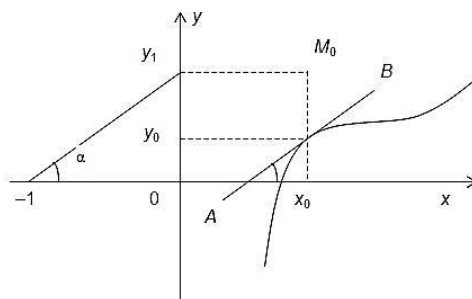


Рисунок 1

Для построения графика производной необходимо разбить отрезок $[a; b]$ на несколько частей точками x_i , затем для каждой точки графически построить значение производной и соединить полученные точки плавной кривой.

На рисунке 2 показано построение пяти точек M_1, M_2, \dots, M_5 и графика производной функции.

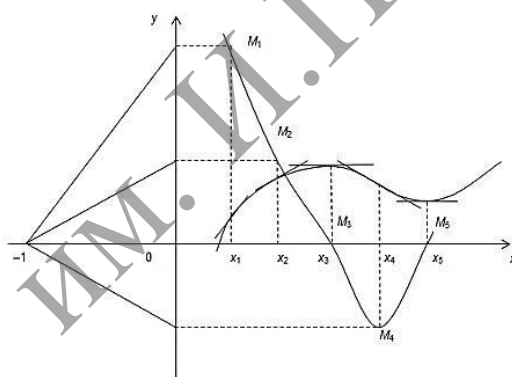


Рисунок 2

На основании решенной задачи в общем виде составим алгоритм построения графика производной по заданной графически функции на промежутке.

Алгоритм построения графика производной:

1. Проведем касательную к графику функции $y = f(x)$ в точке $(x_1; f(x_1))$; из точки $(-1; 0)$ параллельно касательной в точке $(x_1; f(x_1))$ проведем прямую до пересечения с осью ординат; эта точка пересечения дает значение производной. Строим точку.
2. Строим аналогичным образом точки M_2, M_3, M_4, M_5 .
3. Соединяем точки M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 кривой.
4. Кривая, полученная в результате выполнения предыдущего пункта, является графиком производной.

Таким образом, при выполнении данных заданий с использованием наглядного моделирования у учащихся не возникнет затруднений при построении графика производной функции по имеющемуся графику функции на отрезке. Так использование наглядного моделирования учащимися дает возможность осознать условие задания, отследить логику действий, дать обоснование своим действиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгебра : учеб. пособие для 10-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Е. П. Кузнецова [и др.] ; под ред. Л. Б. Шнепермана. – 3-е изд. – Минск : Нар. асвета, 2013. – 271 с.
2. Блинков, А. Д. Геометрия в негеометрических задачах / А. Д. Блинков. – М. : МЦНМО, 2016. – 160 с.
3. Ненартович, М. В. О теоретико-методологических основаниях проблемы использования наглядного моделирования при обучении учащихся курсу алгебры / М. В. Ненартович, И. А. Новик / «Матэматыка» № 4. – Минск : «Адукацыя і выхаванне», 2017 г. – 21 – 31 с.

А. С. ОСТАПОВЕЦ, И. Ю. ШАХИНА

ВГПУ им. М. Коцюбинского (г. Винница, Украина)

РОБОТОТЕХНИКА КАК ОСНОВА STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

XXI век характеризуется технологическим прорывом в различных видах деятельности человечества. Использование ручного труда, устаревшие методы и технологии отходят на второй план. Сегодня на повестке дня рассматриваются следующие вопросы: разработка новых методов, создание роботизированных систем, создание роботов и искусственного интеллекта.

Робототехника достигла огромных успехов за последние годы, но у машин остается множество препятствий перед тем, чтобы повсеместно войти в нашу жизнь. Робототехники начинают отходить от привычных двигателей, шестерен и датчиков, экспериментируя с такими элементами, как искусственные мышцы, мягкая робототехника и методы сборки, которые сочетают множество функций в одном материале. Многофункциональные материалы объединяют сенсоры, движение, сбор энергии или ее сохранение и позволяют проектировать более эффективные роботы. Сочетание этих свойств в одной машине требует новых подходов, объединяющих микро- и макромасштабные техники сбора. Еще одним перспективным направлением стали материалы, которые могут меняться со временем, адаптируясь или восстанавливаясь, но в этой сфере требуется гораздо больше исследований [1].

Исследованию роли робототехники в образовательном процессе посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых, среди которых наиболее известным является научный потенциал В. Глушкова, А. Азимова, Н. Винера и многих др.

Одно из направлений применения робототехники – это внедрение и использование робототехники в образовательном процессе под вектором STEM-образования. STEM-образование – это термин, который происходит от английских слов STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) – наука, технологии, инженерия, математика. Этим термином обычно определяют подход к образовательному процессу, согласно которому основой приобретения знаний является простая и доступная визуализация научных явлений, которая позволяет легко охватить и получить знания на основе практики и глубокого понимания процессов. STEM-подход является необходимой составляющей для удовлетворения растущих потребностей общества практически во всех сферах. Например, этот подход применяется в медицине, агропромышленном комплексе, энергетике, робототехнике, ИТ, транспорте, промышленном и гражданском строительстве и т. п. [2].

Активизация STEM-образования может стать ключом к решению многих образовательных проблем. Ведь STEM-обучение сочетает в себе междисциплинарный и проектный подходы, основой которых является интеграция естественных наук в технологии, инженерного творчества и математики. Программы STEM развивают навыки критического мышления и способствуют решению проблем, необходимы для преодоления трудностей, с которыми ученики могут столкнуться в жизни. На практических занятиях учащиеся получают соответствующие компетенции и учатся использовать научно-технические знания в реальных проектах. На каждом уроке они разрабатывают, строят и развивают продукты современной индустрии. Ученики изучают конкретный проект, в результате чего своими руками создают прототип реального продукта. Следовательно, такая методика обучения позволяет прививать учащимся интерес к естественным наукам.

Одними из важных направлений развития STEM-образования являются технология и робототехника. Эти предметы поощряют детей мыслить творчески, анализировать ситуацию и применять критическое мышление для решения реальных проблем.

На занятиях учащиеся знакомятся с технологиями XXI века, способствующими развитию их коммуникативных способностей, развивают навыки взаимодействия, самостоятельности в принятии решений и раскрывают творческий потенциал. Чтобы понять, зачем учить детей программированию роботов в школе, нужно для начала понять, что такое робот.

По своей природе робот – это механическое устройство, которое может быть запрограммировано на выполнение определенных действий. Робот имеет блок обработки данных; сенсоры, которые воспринимают сигналы из окружающей среды; двигатели и исполнительные механизмы, “умеет” двигать конечностями или колесами. Он может говорить или воспроизводить другие звуки, светиться или менять цвет, которым светится, реагируя на определенные изменения в среде. Есть мнение, что ученики реагируют хорошо на учебные дисциплины, которые включают в себя программирование роботов. Это не подтверждено исследованиями, но ресурсы для родителей и учителей, касающиеся робототехники, с каждым днем приобретают большую популярность. Это и онлайн-уроки, и роботы-конструкторы, а также готовые высокотехнологичные роботы вроде NAO. Роботы – это замечательные объекты для реализации программы «делай сам» (DIY) проектов. К примеру, части робота можно напечатать на 3D-принтере, используя свой смартфон как интерактивное устройство для управления напечатанным роботом. Роботу необходима возможность выполнять запрограммированные инструкции самостоятельно, а не только слушаться команд, которые направляются издалека [3].

Робототехника – это прикладная наука, занимающаяся проектированием, разработкой, строительством, эксплуатацией и использованием роботов и робототехнических систем.

Робототехника есть среди обязательных предметов почти во всех европейских школах. Главная фишка изучения этого предмета – практический формат. И самое важное – эта наука объединяет программирование, алгоритмизацию, логику, механику, математику, проектирование и физику. Создавая что-то интересное и необычное, ребенок не только развивает творческие способности, но и подтягивает уровень знаний по точным наукам.

Почему изучение робототехники важно:

1. Ребенок учится создавать робота из мелких деталей, между которыми существует логика, также анализирует важность каждой детали, оценивает роль в строительстве, учится заменять ее или дополнять.

2. Когда ученик работает и экспериментирует с техникой, это способствует развитию творческого потенциала, умению находить правильные решения в непредвиденных ситуациях.

3. Занятия робототехникой способствуют развитию интеллекта, памяти, внимания и фантазии.

4. Проектируя объект, ребенок развивает критическое, точное, логическое и инженерное мышление.

5. Изучая робототехнику, ученики практически применяют знания точных наук. Например, рассчитывают радиус поворота робота или проектируют архитектурные сооружения в миниатюре.

6. Оставить проект на стадии развития – это не о занятиях робототехникой. Дети развивают еще один важный навык – всегда доводить дело до конца.

7. Ребенок еще в школе может развиваться в профессии, которая не только престижна в мире, но очень интересна и может способствовать решению важных проблем человечества [4].

Недавно «Программа курса по выбору “Робототехника” для учащихся 8–9 классов», разработанная коллективом специалистов-робототехников компании «Инновационное Образовательное Решение», была одобрена для использования в общеобразовательных учебных заведениях, Комиссией по трудовому обучению и чертежу Научно-методического Совета по вопросам образования МОН. Курс по выбору «Робототехника» предусматривает добровольную подготовку учащихся 8–9-х классов общеобразовательных учебных заведений с информационно-технологического и технологического профилей [5].

Использование робототехники удачно можно использовать не только при обучении в школе, но и в профессиональных училищах и высших учебных заведениях. Создание 3D – моделей для визуализации предметов с использованием программного обеспечения роботизированных систем печати является перспективным направлением развития образования.

Состояние современного внедрения робототехники и роботизации в образовательном и учебном процессе достигло государственного уровня. Внедрение данной отрасли в образование становится

обязательным. Робототехнику начинают изучать еще со школы, это в будущем даст большое количество молодых специалистов в данной области. Робототехника тесно переплетается с другими науками, в частности программированием, это способствует общему развитию детей. Развитие отрасли робототехники выведет страну на новый уровень, во многих отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. 10 современных основных вызовов робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uaengineer.com.ua/10-suchasnykh-osnovnykh-vyklykiv-robototekhniky/>. – Дата доступа: 13.02.2021.
2. STEM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/STEM> . – Дата доступа: 31.01.2021.
3. Пять причин изучать робототехнику в школе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://introbots.com.ua/five_reasons_to_apply_robots/. – Дата доступа: 14.12.2020.
4. 7 причин изучать робототехнику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.creativeschoo.l.com.ua/robotics_kmds/. – Дата доступа: 05.01.2021.
5. Программа курса по выбору «Робототехника» для учащихся 8–9 классов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ies.org.ua/programa-robototehnika-ies/>. – Дата доступа: 11.02.2021.

О. Н. ПИРЮТКО,¹ И. Н. ГУЛО,¹ С. Ф. КУРТЕНОК²

¹УО БГПУ им. М. Танка (г. Минск, Беларусь)

²ГУО «Гимназия № 20 г. Минска» (г. Минск, Беларусь)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАКОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ РЕШЕНИИ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ

Комбинаторные задачи на применение правил умножения, сложения, вычисления числа перестановок, размещений, сочетаний требуют особых приёмов, формирующих комбинаторное мышление учащихся. Задачи комбинаторного характера практически обеспечивают формирование ключевых компетенций: *уметь выполнять анализ проблемы* (получать, организовывать и обрабатывать информацию, наблюдать, использовать эксперимент с помощью программных средств, искать примеры или контрпримеры, упрощать или конкретизировать ситуацию; предложить гипотезу, подтвердить правильный подход или принять новый); *моделировать* (перевести на математический язык реальную ситуацию); *представлять* (выбирать рамки (цифровые, алгебраические, геометрические), подходящие для работы с проблемой и представлением математического объекта, выполнять переключение от одного режима представления к другому); *вычислять* (выполнять расчет вручную или с помощью инструментов (калькулятор, программное обеспечение), реализовывать простые алгоритмы, выполнять упражнения на интеллектуальные вычисления: организовывать различные этапы сложного расчета, выбирать преобразования, выполнять упрощения, проверять расчеты. Задачи такого типа требуют умения выполнять два вида познавательных действий: классифицировать объекты по признакам, соответствующим определениям основных видов комбинаций, и конкретизировать применение правила в задаче. Обучение распознаванию *вида комбинации* целесообразно *через организацию алгоритмической деятельности*.

Другой класс комбинаторных задач связан с трудностями выбора типа комбинации алгоритмически. Необходимы новые приёмы, такие как применение правила «решета», составление математической модели комбинации, позволяющей представить наборы, удовлетворяющие условию. Задачи такого типа достаточно сложны, предлагаются для заданий 4–5-го уровней.

Решение комбинаторных задач требует организации еще одной стороны деятельности учащихся, ориентированной на формирование информационных компетенций, которые связаны с умением работать с библиотеками программ, поскольку вычислительная сторона комбинаторной задачи требует вычисления факториалов больших чисел (можно, например, использовать MathCAD).

В учебном пособии [1] система комбинаторных задач построена в соответствии с последовательным и поэтапным формированием метапредметных компетенций. Они ориентированы на:

- формирование навыков и способов деятельности по поиску решения задач на применение понятий: перестановки, размещения, сочетания, правил сложений и умножения. При этом формируются приёмы анализа комбинаций и выбора способа их вычисления в соответствии с алгоритмом выбора вида комбинации;

- поиск способа решения на основе моделирования условия задачи;
- формирование навыков самостоятельной работы, контроля и самооценки;
- диагностику и коррекцию приёмов решения задач, на полноту аргументации в выборе вида комбинации;

- выполнение практических заданий на описание реальных ситуаций с помощью моделей, приводящих к обобщенным приёмам решения комбинаторных задач.

Примеры соответствия предъявляемых заданий формируемым компетенциям представлены в следующей таблице:

Таблица 1

Метапредметные компетенции	Содержание заданий для формирования метапредметных компетенций	Диагностика приёмов деятельности в компетентностно-ориентированном обучении
1. Строить рассуждения в форме связи простых суждений об объекте, его строении, свойствах и связях.	1. Расписание одного дня содержит 6 уроков. Определить количество таких расписаний при выборе из 5 различных предметов, если из этих 6 уроков в расписании должно быть два урока физкультуры пятым и шестым уроками?	1. Диагностируется владение приёмами строить рассуждения о видах возможных комбинаций на основании выявления суждений о возможных видах комбинаций уроков в расписании, применение обобщенных правил подсчета комбинаций. Полностью выполненное задание оценивается отметкой 9.
2. Логические умения (анализ, синтез, обобщение, т. д.).	2. Сколько неудачных попыток можно сделать, чтобы открыть замок, если код содержит 4 цифры из 10, при этом цифры не могут повторяться?	2. Диагностируется владение приёмами анализа, классификации объектов, соотносением результата с требованиями решения проблемы. Полностью выполненное задание оценивается отметкой 10.
3. Уметь создавать модели на основе выделения существенных признаков объекта, перевести на математический язык реальную ситуацию	3. Первого сентября в первый класс пришли 12 девочек и 12 мальчиков. Сколькими способами их можно посадить на 24 места, если за каждой партой должны сидеть мальчик и девочка, и чтобы мальчики и девочки сидели друг за другом?	3. Диагностируется владение конструирования абстрактной модели, приводящей к применению правил комбинаторного умножения числа перестановок. Полностью выполненное задание оценивается отметкой 10.
4. Учитывать установленные правила в планировании и контроле способа решения.	4. Регулярное сообщение между Минском и аэропортом поддерживают скоростной автобус-экспресс, автобус- «маршрутка» и электричка. Кроме того, из Минска в аэропорт можно заказать такси. Михаил должен съездить в аэропорт и вернуться обратно. При этом возвращаться на электричке он не хочет. Сколько вариантов такой поездки?	4. Диагностируется владение приёмами выбора вида комбинаций и правила их подсчета на основании моделирования реальной ситуации абстрактными объектами. Полностью выполненное задание оценивается отметкой 10.

Виды деятельности, осваиваемые учащимися, такие, как анализ условия задачи, моделирование ситуаций, выбор способа подсчета комбинаций, использование понятий элементарной логики для аргументации рассуждений, формируются на основе разработанной системы задач.

Способы деятельности:

- для формирования приёмов применения предметных компетенций в практических ситуациях;
- для организации групповой работы учащихся;
- для построения индивидуальной траектории учащихся, овладения универсальными компетенциями;
- для реализации учебных проектов предлагаются учителю в методических рекомендациях [2; 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьева, И. Г. Сборник задач по алгебре : учеб. пособие, 7–9 классы / И. Г. Арефьева, О. Н. Пирютко. – Минск : – Нар. Асвета, 2020. – 216 с.
2. Пирютко, О. Н. Элементы комбинаторики и бином Ньютона пособие для учителей УОСО / О. Н. Пирютко, В. И. Берник. – Мозырь : Белый ветер, 2016. – 110 с.
3. Пирютко, О. Н. Комбинаторные задачи как средство развития различных компонентов мышления / О. Н. Пирютко, Т. А. Смирнова // Матэматыка. – 2018. – № 1. – С. 33–37.

Д. И. ПРОХОРОВ

ГУО МГИРО (г. Минск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассматривая онлайн-обучение, необходимо отметить, что в современной педагогической науке отсутствует сложившееся определение данного процесса. В общем виде **онлайн-обучение** можно определить, как способ организации процесса изучения учебных материалов с использованием образовательной среды, основанной на интернет-технологиях, обучение с помощью сети Интернет и мультимедиа.

Основываясь на работах профессора Университета Северной Каролины Дирендра Кумара [1], можно выделить следующую классификацию онлайн обучения:

D-learning – дистанционное обучение, специфическая форма получения образования, при которой преподаватель и обучающиеся взаимодействуют на удалении друг от друга с помощью информационных технологий (обучающийся самостоятельно занимается по специально разработанной программе, просматривает записи вебинаров, решает тестовые задания, консультируется с преподавателем в онлайн-чате и периодически отправляет ему на проверку свои работы);

E-learning – обучение на основе сети Интернет, способ получения знаний и навыков при помощи компьютера (ноутбука, планшета, смартфона и т. д.), подключенного к сети Интернет в режиме реального времени (преподаватель выступает в роли тьютора, обучающиеся в прямом эфире взаимодействуют с преподавателем и одноклассниками (однруппниками), проходят интерактивные тесты, обмениваются файлами с тьютором, общаются в чатах, проходят web-квесты и т. д.);

B-learning – смешанное обучение, метод, который позволяет объединить традиционное, дистанционное и онлайн-обучение.

Следует отметить, что, в отличие от E-learning, технология дистанционного обучения достаточно хорошо апробирована и используется различными учреждениями образования. Дистанционное образование – это форма получения образования наряду с очной, очно-заочной и заочной. E-learning предполагает обязательное использование возможностей сети Интернет. В научно-педагогической литературе разделяют понятия «дистанционное обучение» и «онлайн-обучение», в то же время, отождествляя онлайн обучение и E-learning. Поскольку данный вопрос еще не достаточно хорошо изучен учеными-педагогами, в данной статье мы также будем говорить об онлайн-обучении в контексте E-learning.

Исходя из анализа работы существующих учреждений образования, предлагающих онлайн-обучение по различным учебным дисциплинам и учитывая исследование Н. В. Гречушкиной [2], предлагаем следующую **классификацию форм онлайн обучения**:

– *вебинар* – одно учебное занятие по конкретной теме учебного курса длительностью до двух часов с обратной связью «лектор-слушатель» в течение всего занятия. Вебинар может быть составной частью онлайн-курса;

– *видеоуроки* – отличаются от вебинаров тем, что они заранее записаны, в определенное время разосланы обучающимся, не предполагают взаимодействия с аудиторией. Видеоуроки заранее монтируются, поэтому, как правило, они насыщены информацией и лишние моменты из них вырезаются;

– *аудиолекции* или подкасты – учебная информация записана в аудиоформате и не сопровождается визуальным рядом. Несмотря на очевидную ограниченность возможностей, данная форма онлайн-обучения может быть полезна для людей с ограниченными возможностями или для пользователей с небольшим трафиком интернета;

– *чек-листы* – сжатая визуализированная учебная информация, систематизированная в рамках отдельной учебной темы (раздаточный материал в виде схем или трекеров, размещенный в сети Интернет, на которых ученики смогут отмечать и записывать свои успехи);

– *онлайн-курс* – серия учебных занятий, связанных одной темой. Онлайн-курсы могут быть разной продолжительности (недельные, месячные, семестровые и т. д.), частоты (каждый день, раз в неделю, несколько раз в месяц и т. д.) и глубины погружения в учебный материал (для новичков, знающих, профессионалов и т. д.);

– *онлайн-школа* – несколько онлайн-курсов, объединенных общей темой или проводимых одним учреждением образования. В одной онлайн-школе могут быть различные онлайн курсы (различной тематики, глубины изучения учебного материала, рассчитанные на различный возраст обучающихся и т. д.);

– *комьюнити* – возможность доступа к интернет-чату или диалогу с ценным контентом в течение какого-то времени (месяца, года и т. д.). В комьюнити систематически проводятся тематические видеоконференции или вебинары, публикуются учебные материалы, и обучающиеся делятся своим опытом между собой под руководством педагога.

Организация онлайн обучения по времени разделяется на:

– *синхронное обучение* – обучение в режиме реального времени. Все обучающиеся одновременно находятся онлайн, взаимодействуют между собой и с преподавателем посредством специальной онлайн-площадки;

– *полусинхронное обучение* – при таком обучении определены даты начала и окончания занятий, в этом промежутке времени обучающиеся имеют доступ к учебной информации, могут в соответствии с заранее разработанным графиком получать от преподавателя консультации онлайн;

– *асинхронное обучение* – разновидность онлайн-обучения, при котором ученик не встречается с учителем и не контактирует с ним непосредственно. Все учебные материалы заранее размещены на онлайн-платформе, видеохостинге или тестовом ресурсе. Педагог проверяет выполненные задания и высылает обучающимся спустя определенное время.

Алгоритм проведения онлайн-обучения в общем виде можно представить следующей последовательностью действий:

1. Предварительное анкетирование учащихся (уровень мотивации учения, тип темперамента, тип восприятия учебной информации, профориентация и т. д.).

2. Вводный тест для выявления уровня обученности.

3. Непосредственное обучение.

4. Выходной тест для выявления уровня обученности (по итогам изучения темы, четверти, года).

5. Выходное анкетирование для выявления уровня мотивации учения, профориентации (по итогам семестра, года, всего периода обучения).

На данный момент не так много учреждений образования системно проводящих онлайн-обучение. Так, например, *онлайн-школа «Prime»* (<https://primeonline.by>) – первая школа в Республике Беларусь, предоставляющая возможность любому учащемуся из любой точки республики пройти онлайн-обучение по учебным предметам 5–11 классов. Занятия проводят опытные педагоги, участники различных конкурсов профессионального мастерства, разработчики авторских информационно-обучающих ресурсов.

Онлайн-занятия для групп учащихся до 10 человек осуществляются на платформе онлайн-обучения Vedamo, которая содержит виртуальную интерактивную доску, поддерживает видеоконференции, а также позволяет подключать дополнительные внешние приложения (тестовые среды, онлайн-тренажеры, видеохостинги и т. д.). Национальный *Открытый Университет «ИНТУИТ»* (<http://www.intuit.ru>) предоставляет возможность для студентов пройти онлайн-обучение по различным специальностям, сдать итоговые экзамены в дистанционном режиме и получить диплом государственного образца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dhirendra Kumar Pros and Cons of Online Education [Электронный ресурс] // Industry Expansion Solutions. – Режим доступа: https://www.ies.ncsu.edu/wpcontent/uploads/sites/15/2017/06/WP_OnlineEducation_170629.pdf. – Дата доступа: 02.03.2021.

2. Гречушника, Н. В. Онлайн-курс: определение и классификация / Н. В. Гречушника // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 6. – С. 125–134.

Ж. И. РАВУЦКАЯ

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

МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

В современном обществе наблюдается потребность в активных, деятельных людях, которые могли бы быстро приспосабливаться к меняющимся трудовым условиям, выполнять работу с оптимальными энергозатратами, способных к самообразованию, самовоспитанию, саморазвитию.

В связи с этим на образование возлагается функция, которая бы способствовала развитию самостоятельности и ответственности личности, была бы ориентирована на ее саморазвитие, самообразование, самореализацию [1].

Следовательно, необходима смена существующей дидактической парадигмы, ориентированной на традиционное репродуктивное обучение, за счет изменения форм и методов обучения, его индивидуализации, увеличения комплекса новейших технических средств, широкого применения новых технологий обучения. При этом акцент ставится на более активные виды самостоятельной индивидуальной работы.

Самостоятельная работа является эффективным видом учебной деятельности при условии умелого руководства со стороны преподавателя. Становление творческой личности обучаемого осуществляется в тесном контакте с творческой деятельностью педагога. В связи с этим важно сформировать у будущего учителя физики умения по организации самостоятельной творческой деятельности учащихся.

Развитию творческого мышления способствуют правильно сформулированные цели и задачи деятельности. В этой связи все большее внимание привлекает *метод проектов*, в основе которого лежит развитие познавательных навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления.

Умение пользоваться методом проектов – показатель высокой квалификации преподавателя, его прогрессивной методики обучения и развития.

В учебном пособии «Физика» для 9 класса [2] каждая глава заканчивается перечнем проектных заданий, которые могут выполняться учащимися по рекомендации учителя, выступающего в роли координатора деятельности учащихся. Работа над проектными заданиями может осуществляться как на базовом уровне изучения физики, так и на повышенном.

Работу над проектами можно применять в виде самостоятельной индивидуальной, парной, групповой работы учащихся в течение различного по продолжительности времени:

- краткосрочные (1–2 учебные недели);
- среднесрочные (4–5 учебных недель);
- долгосрочные (четвертные проекты).

В процессе профессиональной подготовки будущего учителя при проведении практических и лабораторных занятий в рамках дисциплины «Методика преподавания физики» целесообразно организовать работу по освоению общего алгоритма деятельности по выполнению проектных заданий.

Этап работы	Содержание работы	Деятельность	
		учащихся	учителя
1	2	3	4
Подготовка	Определение целей в соответствии с выбранной темой проекта; подбор «рабочей» группы (в случае групповой работы)	Обсуждение темы проектного задания с участниками группы и с педагогом; определение целей проектного задания	Совместное обсуждение с учащимися темы проектного задания; помощь при определении целей
Планирование	Определение источников необходимой информации, способов сбора и анализа информации; распределение задач между участниками группы (в случае групповой работы)	Разработка плана работы над проектным заданием	Консультации при составлении плана работы, поиске и отборе информации
Исследование	Сбор и уточнение информации; выбор оптимального варианта работы над проектом; позапное выполнение исследовательских задач	Позапное выполнение плана проекта	Наблюдение и косвенное руководство деятельностью (при необходимости)
Формулировка выводов	Обсуждение и анализ полученных результатов; формулировка выводов	Анализ результатов; оформление проектного задания	Обсуждение полученных результатов совместно с учащимися; помощь в формулировке выводов по итогу работы над проектным заданием
Защита	Подготовка отчета о работе над проектным заданием: устный отчет с демонстрацией результатов (презентация проекта), письменный отчет и др.; анализ выполнения проектного задания, достигнутых результатов	Представление проекта	Оценивание достигнутых результатов, работы каждого учащегося

Отработка данного алгоритма возможна при организации деятельности студентов над выполнением конкретных проектных заданий.

Подготовка студентов к организации деятельности учащихся по выполнению проектных заданий способствует формированию у будущих учителей необходимых профессиональных компетенций. Работая в паре или группе, будущие учителя приобретают коммуникативные умения, при этом развиваются системное мышление, умения провести поиск и отбор необходимой информации, анализировать и обобщать полученные результаты, делать выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.adu.by/ru/o-portale>. – Дата доступа: 21.01.2021
2. Физика: учеб. пособие для 9 класса учреждений общего сред. образования с русс. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич; под ред. А. А. Сокольского. – Минск: Нар. асвета, 2019. – 207 с.

Ж. И. РАВУЦКАЯ

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

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Преобразования, происходящие в современном обществе, оказывают существенное влияние на развитие сферы образования. Современный учитель должен быть способен быстро адаптироваться к изменяющимся условиям своей деятельности, самостоятельно ставить и оптимально решать проблемы в поливариантных условиях. Высокие результаты в образовании учащихся могут быть достигнуты, если процедура повседневной подготовки учителя к занятиям будет научно обоснованной и рациональной. Этим обусловлена необходимость актуализации такой специальной сферы профессиональной деятельности педагога, как педагогическое проектирование.

Изучение проектировочной деятельности педагога и специфики форм организации учебных занятий по физике послужило основой развития идеи методического проектирования [1; 2]. Расширение и углубление специальной подготовки будущего учителя к проектировочной деятельности может быть осуществлено в рамках спецкурса «Проектирование учебных занятий по физике» [3; 4]. Одной из форм методического произведения, разрабатываемого будущими учителями физики в рамках спецкурса, является *методический проект*, описывающий модель конкретного педагогического процесса. Методический проект изучения темы включает следующие элементы:

1. Научно-методический анализ темы.
2. Выбор педагогической технологии.
3. Методика изложения основных понятий темы.
4. Календарно-тематическое планирование учебного материала темы.
5. Планы-конспекты отдельных уроков по теме.
6. Контроль знаний и умений учащихся.
7. Описание системы внеклассной работы при изучении данного учебного материала.
8. Перечень учебников, учебных пособий, методической литературы по теме для учителя.
9. Перечень учебников и учебных пособий для учеников.

Рассмотрим подробнее некоторые элементы методического проекта.

1. Научно-методический анализ темы состоит из следующих элементов: цель изучения темы, ее значение, состав знаний и умений по теме, структура и логика построения темы, межпредметные и внутрипредметные связи, методические особенности преподавания темы.

2. Выбор педагогической технологии. Педагогическая технология (по В. А. Сластенину) – это строго научное проектирование и точное воспроизведение педагогических действий, которые обеспечивают достижение запланированных результатов. Основными структурными составляющими педагогической технологии являются концептуальная основа, содержательная часть (цели и содержание обучения), процессуальная часть (методы и формы деятельности учителя и учащихся) [5]. Педагогические технологии можно классифицировать по степени обобщенности (макротехнологии, определяющие стратегию педагогического процесса; микротехнологии, описывающие конкретные методы и приемы педагогического взаимодействия) и по содержанию (предметно-ориентированные; личностно-ориентированные) [6].

В методическом проекте студенты представляют описание выбранной ими технологии и обосновывают свой выбор.

3. Методика изложения основных понятий темы. Студенты описывают структурные элементы физических знаний темы в виде соответствующих таблиц [7]:

Структурный элемент физического знания	Содержание описания структурного элемента физического знания
Явления и процессы	Название, отличительные признаки, условия протекания, законы (закономерности), описывающие явление, связь с другими явлениями, проявление и применение
Модели материальных образований	Название, описание, характеристики, условия совпадения свойств модели и реальных объектов
Физические величины	Название, векторная или скалярная, что характеризует, формула для определения, единица измерения, способ измерения
Приборы и устройства	Название, назначение, принцип действия, устройство, технические характеристики, применение
Законы и закономерности	Название, математическая запись, между какими величинами устанавливает связь, опыты, подтверждающие закон, границы применения (область применения), примеры использования и учета

Методика изложения основных понятий темы описывается студентами с учетом выбранной технологии, с привлечением демонстрационного эксперимента.

4. Календарно-тематическое планирование учебного материала темы. В процессе подготовительной работы к учебным занятиям учителем создается методический инструментарий, наличие которого является необходимым условием обеспечения качества образования.

Тема урока	Тип урока	Вид урока	Демонстрации, фронтальные опыты	Примерное домашнее задание

5. Планы-конспекты отдельных уроков по теме. План-конспект урока является последовательным изложением всей работы учителя и учащихся на уроке. В нем указываются: тема урока, его ведущая идея, цели, тип и вид урока, структура урока с примерной разбивкой по времени, содержание учебно-познавательной деятельности учащихся и управляющей деятельности учителя на каждом из этапов урока, образовательные ситуации, варианты домашних заданий.

Этап урока	Методы и приемы	Время (мин)

Название этапа	Деятельность учителя	Деятельность ученика
	С указанием содержания записей на доске	С указанием содержания записей в рабочей тетради

6. Контроль знаний и умений учащихся содержит следующие элементы:

- задачи к самостоятельной работе;
- задачи к контрольной работе с учетом пяти уровней сложности;
- тестовые задания по теме;
- вопросы для самоконтроля.

7. Описание системы внеклассной работы при изучении данного учебного материала представляется студентами в виде сценариев внеклассных мероприятий, которые можно провести при изучении рассматриваемой темы школьного курса физики.

Каждый студент разрабатывает методический проект изучения выбранной им темы школьного курса физики. Итоговая аттестация будущих учителей в форме защиты методических проектов позволяет выявить уровень сформированности профессиональных компетенций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Равуцкая, Ж. И. Методические основы подготовки студентов-физиков к будущей профессиональной деятельности / Ж. И. Равуцкая // Физико-математические науки и образование : проблемы и перспективы исследований : сб. науч. тр. преподавателей физ.-мат. фак. / редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2011. – С.173–180.
2. Равуцкая, Ж. И. Совершенствование подготовки будущего учителя физики на основе модели проектировочной деятельности / Ж. И. Равуцкая // Физическое образование : современное состояние и перспективы : мат-лы Респуб. научно-метод. семинара, посвященного 65-летию физ.-мат. фак-та МГУ имени А. А. Кулешова, 16 октября 2014 г. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2014. – С. 12–14.
3. Равуцкая, Ж. И. Повышение качества профессиональной подготовки будущего учителя физики на основе личностно-ориентированного подхода / Ж. И. Равуцкая // Физико-математические науки : проблемы и перспективы исследований : сб. науч. тр. / УО МГПУ имени И. П. Шамякина, редкол.: И. Н. Ковальчук [и др.]. – Мозырь, 2014. – С. 98–101.
4. Редькин, В. П. Подготовка будущего учителя к реализации идей личностно-ориентированного образования / В. П. Редькин, Ж. И. Равуцкая // Технологическое образование и устойчивое развитие региона : сб. науч. тр. Междунар. научно-практ. конф. : в 3 частях, Новосибирск, 15–19 октября 2012 г. / под ред. В. В. Крашенинникова. – Новосибирск : Изд. НГПУ, 2012. – Ч. 2. – С. 123–125.
5. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии: Пособие для учителей. / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2003. – 288с.
6. Современные образовательные технологии при обучении физике / Т. Ю. Герасимова, В. М. Кротов / Под общ. ред. Т. Ю. Герасимовой. – Могилев : МГУ им. А. А. Кулешова, 2007. – 95 с.
7. Кротов, В. М. Мониторинг самостоятельной познавательной деятельности учащихся при изучении физики / В. М. Кротов // Физика. – 2013. – № 3. – С. 19–26.

Г. Н. САБАДАШ

ГУО «Средняя школа №16 г.Мозыря» (г. Мозырь, Беларусь)

МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

В современных условиях, когда объём необходимых для человека знаний резко и быстро возрастает, уже недостаточно только усвоения определённой суммы знаний. Поэтому появляется необходимость привития интереса к обучению учащихся. Согласно образовательному стандарту к целям образования на II ступени общего среднего образования относится не только развитие способностей и интересов учащихся, но и формирование у учащихся учебно-познавательных компетенций, накопления нового опыта познавательной деятельности [1].

Рекомендации по результатам республиканской контрольной работы по учебному предмету «Математика» в 2017/2018 учебном году показывают на необходимость создавать условия для включения всех учащихся в учебно-познавательную деятельность [2].

Познавательная деятельность – это единство чувственного восприятия, теоретического мышления и практической деятельности. Она осуществляется на каждом жизненном шагу, во всех видах деятельности и социальных взаимоотношений учащихся (производительный и общественно полезный труд, ценностно-ориентационная и художественно-эстетическая деятельность, общение), а также путем выполнения различных предметно-практических действий в учебном процессе (экспериментирование, конструирование, решение исследовательских задач и т. п.) [3, с. 358].

Активизация познавательной деятельности представляет собой управление активностью учащихся, постоянно текущий процесс побуждения их к энергичному, целенаправленному учению, преодоление пассивной деятельности, спада и застоя в умственной работе.

В педагогической практике используются различные пути активизации познавательной деятельности учащихся, одним из которых является метод проектов.

Метод проектов впервые возник в 20-е годы прошлого столетия в США. Основоположником является американский философ и педагог Дж. Дьюи. Идея метода проектов заключается в том, чтобы вовлечь каждого учащегося в активный познавательный, творческий процесс. При этом направленность этого процесса должна быть достаточно прагматична, чтобы учащиеся знали, зачем им необходимы те или иные знания, для решения каких жизненно важных проблем они могут полезны.

Метод проектов предусматривает обязательное наличие проблемы, требующей исследования. Это определённым образом организованная поисковая, исследовательская деятельность учащихся, индивидуальная или групповая, которая предусматривает не просто достижение того или иного результата, оформленного в виде конкретного практического выхода, но организацию процесса достижения этого результата [4].

Этот процесс должен быть достаточно технологически проработан, чтобы создать для учащихся ситуацию, которая стимулирует их к совместной познавательной деятельности.

Целью познавательных действий учащихся является не просто усвоение содержания, а решение определённой проблемы на основе этого содержания, т. е. активное применение получаемых знаний, либо для получения нового знания, либо для получения практического результата на основе применения полученного знания.

При работе над проектом (если это не индивидуальный проект) объединяются учащиеся разной степени подготовленности. Часто оказывается, что одни учащиеся готовы к поисковой, исследовательской, творческой деятельности – они обладают достаточным запасом знаний для такой деятельности, другие – абсолютно не готовы и потому могут выполнять лишь роль статистов. Поэтому и возникает педагогическая проблема – подготовить всех учащихся к посильной для каждого, но обязательно активной познавательной деятельности над проектом.

Осуществление проектной деятельности – процесс, предполагающий следующие этапы:

1. Наличие проблемы. Метод проектов можно использовать в учебном процессе для решения различных небольших проблемных задач в рамках одного-двух уроков (мини-проекты или краткосрочные проекты). В этом случае тема проекта связана с темой урока или применением данной темы в различных жизненных ситуациях.

Поле для выбора темы долгосрочных проектов по математике огромно. Проект может быть связан с изучением какой-либо темы по математике, которая не изучается в школьной программе или с приложениями математики в науке и практике.

2. Обязательное планирование действий. В ходе разбора и обсуждения проекта вырабатывается план совместных действий учащегося и учителя.

3. Поиск информации – обязательное условие каждого проекта. Найденная информация обрабатывается и осмысливается. После совместного обсуждения выбирается базовый вариант.

4. Результат работы – продукт. Если это теоретическая проблема, то конкретное ее решение, если практическая – конкретный результат, готовый к использованию (на уроке, в школе, в реальной жизни).

В зависимости от места, где применяется метод, могут быть и разные продукты. Например, продуктом самостоятельной деятельности учащихся на уроке может быть опорный конспект, памятка по методам решения задач, сборник ключевых задач по изучаемой теме и др. Учащиеся 5–6 классов сочиняют сказку или детективную историю по изучаемой теме.

5. Презентация результатов – представление готового продукта. Защита самого проекта, которую можно проводить в форме конкурса, выставки, презентации. При защите учащиеся демонстрируют и комментируют разработки поставленной проблемы, её актуальность, объясняют полученный результат.

Итак, в процессе выполнения проекта расширяется понимание, определяются, конкретизируются, углубляются знания, формируются и развиваются умения находить и отбирать необходимую информацию, анализировать, обрабатывать, интегрировать, оценивать и создавать информацию в разных формах, успешно работать с другими, принимать обдуманные решения, брать на себя инициативу, управлять собой, эффективно общаться. Иначе говоря, использование метода проектов способствует активизации познавательной деятельности учащихся на уроках математики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт базового образования [Электронный ресурс]: постановление Министерства образования Республики Беларусь, 26 декабря 2018, №125 // Национальный образовательный портал. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2019/01/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 24.02.2021.
2. Рекомендации по результатам республиканской контрольной работы по учебному предмету «Математика» (VII класс) в 2017/2018 учебном году [Электронный ресурс] / Республиканский мониторинг качества образования. – Режим доступа: http://monitoring.adu.by/attachments/article/29/rez-gesp-kr-matem-7kl-2017-18_2.pdf. – Дата доступа: 11.12.2020.
3. Профессионально-педагогическая культура современного педагога: материалы науч.-практ. конф. (26 марта 2014 г., г. Осиповичи) / Редкол.: Н. Д. Алексеев [и др.]. – Могилев: УО «МГОИРО», 2014. – 400 с.
4. Даутова, О. Б. Педагогические технологии для старшей школы в условиях цифровизации современного образования: Учебно-методическое пособие для учителей / О. Б. Даутова, О. Н. Крылова. – СПб. : КАРО, 2020. – 176 с.

Г. Д. СВЕНТЕЦКАЯ

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

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Согласно Кодексу Республики Беларусь об образовании целью образования является «формирование знаний, умений, навыков и интеллектуальное, нравственное, творческое и физическое развитие личности обучающегося» [1]. Среди целей и задач образовательного стандарта учебного предмета «Физика» определяются следующие: «ознакомление с методами познания природы; наблюдение природных явлений; описание и обобщение результатов наблюдений; использование простых измерительных приборов и сборка несложных экспериментальных установок для изучения физических явлений; развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе выполнения экспериментальных исследований; способности к самостоятельному приобретению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами» [2].

Развитию способностей учащихся самостоятельно ставить цели, находить необходимые средства для их достижения, контролировать свою познавательную деятельность способствует экспериментальная задача. Решение экспериментальных задач позволяет применять полученные знания в жизни, в их будущей практической деятельности

Экспериментальные задачи – такие задачи, постановка и решение которых связаны с экспериментом [3].

В зависимости от роли эксперимента в задаче наиболее часто используются следующие виды экспериментальных задач:

1) задачи, в которых для получения ответа приходится либо измерять необходимые физические величины, либо пользоваться паспортными данными, либо проверять эти данные экспериментально. Например, на этапе закрепления полученных знаний при изучении темы «Электрические явления» учащимся предлагается рассчитать сопротивление электрической лампочки;

2) задачи, в которых учащиеся самостоятельно устанавливают зависимость и взаимосвязь между конкретными физическими величинами. На этапе изучения нового материала учащиеся экспериментально выводят закон Ома для участка цепи;

3) задачи, в которых дано описание опыта, а учащиеся должны предсказать его результат. На этапе изучения нового материала при рассмотрении темы «Закон Ома для полной цепи» учащиеся экспериментально доказывают следствия из закона Ома для полной цепи. Для выполнения данного задания используется компьютерная модель;

4) задачи, в которых учащиеся с помощью данных их приборов должны показать конкретное физическое явление без указаний на то, как это сделать. При изучении соединений проводников учащиеся решают следующую экспериментальную задачу: как изменится общее сопротивление при подключении дополнительного сопротивления (лампочки) в цепь. Исследовать при параллельном и последовательном соединении проводников.

На примере экспериментальной задачи, для решения которой недостающие данные необходимо брать из проведенного эксперимента, предлагается пример оформления.

1) Постановка задачи. Определите коэффициент трения скольжения деревянного бруска по деревянной доске, используя динамометр. Движение считать равномерным.

2) Анализ. Так как движение равномерное, то $F_{\text{тяги}} = F_{\text{тр}}$ (1), но $F_{\text{тр}} = \mu N$ (2) и $N = mg$ (3). Подставим (3) в (2), получим $F_{\text{тр}} = \mu mg$ (4). Затем выражение (4) подставим в (1) и получим $\mu = F_{\text{тяги}}/mg$. Решение данной задачи можно сопровождать рисунком.

3) Измерения. Силу тяги и силу тяжести измеряем с помощью динамометра.

4) Вычисления. Подставляя найденные значения силы тяги и силы тяжести в формулу, находим коэффициент трения дерева по дереву.

5) Опытная проверка. Полученный результат сравниваем с табличным значением.

На каждом этапе изучения физики используются разные типы задач.

На первом этапе выполняем задачи прямого действия. Например, с помощью мензурки определить объем тела произвольной формы (7 класс). Простейшие количественные задачи. С помощью мензурки и весов определить плотность твердого тела (7 класс). При выполнении этих задач учащиеся приобретают не только простейшие измерительные навыки, но и навыки по определению соотношений между единицами измерения физических величин.

На втором этапе (8 класс) учащиеся решают графические задачи (постройте график зависимости температуры от времени по следующим данным: образовавшаяся вода при таянии льда массой 100 г, взятого при температуре -5 , доведена до кипения, рассчитайте затраченное при этом количество теплоты), проверочные задачи (экспериментально проверить зависимость, которая вытекает из закона Ома для участка электрической цепи), проблемные задачи (при наличии соответствующих приборов и материалов необходимо рассчитать фокусное расстояние рассеивающей линзы).

На третьем этапе (9–11 класс) учащиеся решают количественные многоэтапные задачи (с помощью наклонной плоскости определить коэффициент трения скольжения), задачи методического характера (определить, какой метод для определения ускорения свободного падения более точный).

Решая экспериментальные задачи, учащиеся проводят мини-эксперименты, фиксируют результаты в виде таблиц или графиков. Это содействует формированию умений планировать свою деятельность, логически осмысливать условия задачи, формировать проблему, рационально записывать результаты эксперимента, осуществлять самоконтроль, делать выводы и самостоятельно анализировать результаты. Применение экспериментальных задач по физике способствует развитию творческих способностей учащихся, приобретению умений и навыков исследовательского характера, развитию логического мышления, содействует воспитанию научного мировоззрения, раскрывает практическую значимость изучаемого явления, закона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk1100243>. – Дата доступа: 03.03.2021.

2. Образовательный стандарт базового образования. Постановление МО Республики Беларусь 26.12.2018 № 125 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.adu.by/Национальный институт образования](http://www.adu.by/Национальный_институт_образования). – Дата доступа: 25.12.2019.

3. Антипин, И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6–7 классах школы СССР. Пособие для учителей [Электронный ресурс] / И. Г. Антипин. – Режим доступа: <https://sheba.spb.ru/shkola/fizika-zadachi-1974.htm>. – Дата доступа: 03.03.2021.

М. А. СЕЛЮЖИЦКАЯ

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

В современном обществе происходят стремительные изменения, которые требуют от человека умения быстро адаптироваться к новым условиям. Ускорение в сфере информатизации отрицательно сказалось на отношении некоторых учащихся к обучению в школе. Часть ребят считает вообще зазорным учиться, другая часть, наоборот, хочет быть успешной, но не хочет прикладывать к этому никаких усилий, а другие хотят быть успешными и идут к этой цели, прикладывая все свои силы.

Возникла новая для образования проблема: подготовить человека, умеющего находить и извлекать необходимую ему информацию в условиях ее обилия, усваивать ее в виде новых знаний. Сегодня наши выпускники должны обладать необходимым набором знаний, умений и качеств, позволяющих им уверенно чувствовать себя в современном высокотехнологичном, конкурентном мире. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема овладения в процессе обучения не только системой знаний, умений и навыков по математике, но и универсальными учебными действиями по их приобретению и применению.

Как поддержать у учащихся интерес к изучаемому материалу и активизировать их в течение всего урока, чтобы роль преподавателя состояла не в том, как яснее и красочнее, чем в учебнике, сообщить необходимую информацию, а в том, чтобы стать организатором познавательной деятельности, где главное действующее лицо – учащийся. Все это побуждает к поиску адекватных им педагогических технологий и использованию их в своей практике. Мы постоянно ищем пути повышения эффективности обучения, используем разнообразные способы передачи знаний, нестандартные формы воздействия на личность, способные заинтересовать учащихся, стимулировать и мотивировать процесс познания.

Введение новых технологий вносит радикальные изменения в систему образования: ранее ее центром являлся преподаватель, а теперь – учащийся. Это дает возможность каждому ребенку обучаться в подходящем для него темпе и на том уровне, который соответствует его способностям.

На своих занятиях используем различные технологии: игровые технологии, информационно-коммуникационные, тестовые технологии, проблемное обучение, проектный метод.

Проектную деятельность начинаем уже с пятого класса. В V классе учащиеся с увлечением составляют кроссворды, математические ребусы, придумывают свои задачи. Такие задания с удовольствием выполняют даже учащиеся, которые с трудом преодолевают математику. Таким образом, они усваивают математические термины, учатся формулировать вопросы и находить на них ответы. Шестиклассники готовят учебные проекты по темам «Проценты в нашей жизни», «Координатная плоскость», «Пропорция». Проектная деятельность учит ребят работе с большим объемом информации, анализу изучаемого материала, его систематизации, постановке проблемы, целей своей деятельности. Использование метода проектов дает возможность формирования и развития исследовательской и познавательной компетентностей обучающихся, необходимых современному выпускнику.

Использование на уроках игровых технологий обеспечивает достижение единства эмоционального и рационального в обучении. Используем их на разных этапах урока. Так, в начале урока включаем игровой момент «Отгадай тему урока», при закреплении изученного материала – «Найди ошибку», кодированные упражнения. Все это направлено на расширение кругозора учащихся, развитие их познавательной деятельности, формирование определенных умений и навыков, необходимых в практической деятельности, их развитие.

Использование методов, основанных на создании проблемных ситуаций и активной познавательной деятельности учащихся, позволяет нацелить ребят на поиск и решение сложных вопросов, требующих актуализации знаний. Проблемную ситуацию на уроке создаем с помощью активизирующих действий, вопросов, подчеркивающих новизну. Таким образом, проблемное обучение позволяет направлять учащихся на приобретение знаний, умений и навыков, на усвоение способов самостоятельной деятельности, на развитие познавательных и творческих способностей.

На сегодняшний день информационно-коммуникационные технологии занимают все большее и большее место в образовательном процессе. Главным преимуществом этих технологий является наглядность, так как большая доля информации усваивается с помощью зрительной памяти, и воздействие на нее очень важно в обучении. Информационно-коммуникационные технологии используем на уроках, применяя образовательные и обучающие программы, создаем к урокам презентации, используем мультимедийное оборудование для показа видео по различным темам разделов курса математики. Использование информационно-коммуникационных технологий на уроках математики позволяет сделать процесс обучения более интересным, ярким, увлекательным за счет богатства мультимедийных возможностей; эффективно решать проблему наглядности обучения; расширить возможности визуализации учебного материала, делая его более понятным и доступным для учащихся. Использование здоровьесберегающих технологий позволяет равномерно во время урока распределять различные виды заданий, чередовать мыслительную деятельность, определять время подачи сложного учебного материала, выделять время на проведение самостоятельных и контрольных работ, нормативно применять технические средства обучения, что дает положительные результаты в обучении.

Применение инновационных технологий помогает научить учащихся активным способам получения новых знаний, создать комфортные условия для их обучения; у учащихся с низкой учебной мотивацией появляется интерес к изучению математики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии-2: пособие для учителя / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-вит, 2010. – 256 с.

2. Инструктивно-методическое письмо Министерства образования Республики Беларусь «Использование информационно- коммуникационных технологий и электронных средств обучения в образовательном процессе».

XING ZEXI

(China, Jiangsu)

WAYS TO FOSTER PATRIOTISM IN PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

In the context of an ever-changing international and domestic situation, the effectiveness of patriotic education of citizens in primary and secondary schools in the new era is being seriously tested. Fostering patriotism is the soul of basic education in primary and secondary schools in the People's Republic of China.

In our opinion, we can distinguish the following ways of educating patriotism in primary and secondary school students:

- value orientation of the entire system of patriotic education at school;
- ways to get into the campus culture;
- combining harmonious interpersonal relationships with patriotic activities;
- formation of a high sense of responsibility through patriotic activities;
- research work of specialists on improving the effectiveness of patriotic education in school;
- connection of education with life;
- reliance on family education;
- reliance on healthy entertainment content.

Let us consider in details the highlighted ways of educating citizens ' patriotism in primary and secondary schools in the People's Republic of China.

A school's system of good patriotic education can help students form stable cognitive abilities, attitudes, and emotions, appropriately and profoundly influencing students' value orientation. Education should be carried out in the system. The school should involve the party branch, class teachers, ideological and moral teachers, history teachers, and psychological consultants in patriotic education, set them the goals of patriotic education, and define the responsibilities of each. Baidu's philosophy and code of conduct are mainly embodied in self-love, love to school, love to home, patriotism and the search for the tangible patriotic behavior.

There are the ways to get into the campus culture. Campus culture is a unique cultural form used to ensure the smooth development of school educational activities. Primary and secondary schools should consider fostering patriotism through the creation of a campus culture, through the educational role of the national traditional culture. National traditional culture is the source and basis of the country's culture. Building a campus culture is about promoting and cultivating a national traditional culture with patriotism as the core. Thus, the education of patriotism should combine traditional culture and take full advantage of the influence of regional culture on the thinking of students. Details of this culture can be promoted in the cafeteria, broadcast station, dorm, and other spaces.

Harmonious interpersonal relationships must be combined with patriotic activities. Students in primary and secondary schools should learn how to manage and develop relationships between people. For example, during the events of the Spring Festival in China, communication between people is developed. During the Chinese New Year, every house in the villages and towns is decorated with lights and colorful garlands, etc. People rush home to reunite, to celebrate, to invite relatives.

High sense of responsibility through patriotic activities is formed. The education of civic patriotism in primary and secondary schools should be consistent with the ideals and beliefs of socialism with Chinese characteristics. Students should develop a responsible attitude to society and a desire to take care of the balance of personal and national interests, as well as personal and collective interests. Rural areas, nursing homes, and social welfare homes hold various events to help students develop a sense of responsibility and thus inspire them to strive for the realization of the Chinese dream.

The research work of specialists should be carried out to improve the effectiveness of patriotic education in schools. The theoretical reserves of the research work of specialists can help schools to increase the effectiveness of the activities of patriotic education clubs, thematic events, and pedagogical activities in general. The provided instrumental knowledge of qualitative and quantitative research can contribute to the further improvement of patriotic education in primary and secondary schools. You can organize seminars on the exchange of experience or seminars on the mechanisms and strategies of patriotic education. It is necessary to promote innovation and innovation in patriotic education, in practical and theoretical research.

The connection of education with life is important to be formed. The education of patriotism cannot be separated from the real life of students. A key way to increase the effectiveness of patriotic education of citizens in primary and secondary schools is to return to life.

The education of civic patriotism in primary and secondary schools should be based on family education. Families play an important role in the formation of the national spirit of students, the formation of good habits, positive characters, positive ideas. Therefore, family education is an important position in the education of patriotism among students. For example, parents tell their children the story of Yue Fei's tattoos, take their children to the history museum, teach their children to be diligent and simple, study hard, love life and work hard.

Fostering civic patriotism in China can rely on healthy entertainment content. Students have a strong interest in music, film and television works, love popular elements. It can be said that patriotic education through entertainment is very popular among students, and it most corresponds to their psychological characteristics. Therefore, it is possible to use more patriotic themes in film and television works, paintings, musical pieces, etc.

The education of civic patriotism in primary and secondary schools is a project to realize the great rejuvenation of the Chinese nation. It is connected with the future, fate and development of the motherland. Only in this way can patriotism become a concrete and vivid lofty faith and value aspiration of the citizens of primary and secondary schools, patriotic education can keep up with the times and the great Chinese dream can be realized.

С. А. СКВОРЦОВА

ГУ ЮНПУ им. К. Д. Ушинского (г. Одесса, Украина)

ПОТЕНЦИАЛ КУРСА МАТЕМАТИКИ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ КАК ОСНОВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ В 5–9 КЛАССАХ

30 сентября 2020 года постановлением Кабинета Министров Украины № 898 был утвержден Государственный стандарт базового среднего образования (ГСБСО). В ГСБСО определена цель математической образовательной области как развитие личности учащегося посредством формирования математической компетентности во взаимосвязи с другими ключевыми компетентностями, предусматривающая усвоение системы знаний, усовершенствование умений решать математические и практические задачи, развития логического мышления и свойств личности, понимания возможностей использования математики в жизни.

Очевидно, что на успешность обучения математике в базовой школе определяющее влияние оказывает уровень математической компетентности, достигнутый в начальной школе. **Целью доклада** является определение потенциала курса математики начальной школы для успешного обучения математике в базовой школе (5–9 классы).

Для определения влияния недостатков в обучении математике в начальной школе, которые могут перерасти в проблемы в базовой школе, обратимся к Дополнению 7 ГСБСО, в котором представлены 7 блоков базовых знаний, на материале которых планируется достижение обязательных результатов, представленных в Дополнении 8.

Уровень математической компетентности, достигнутый в начальной школе, оказывает наибольшее влияние на результативность формирования базовых знаний первых трех блоков. Рассмотрим их. Первый блок – это *методология математики*. Он предполагает, что учащиеся владеют математической терминологией и символикой, математическими утверждениями, аксиомами и теоремами, методами доказательства утверждений, рассуждениями и формулировками, умением доказывать или опровергать гипотезы, методом математического моделирования. Поэтому возникает вопрос о том, какую же базу создаёт начальная школа для реализации этих задач?

Что касается математической терминологии и символики, следует отметить, что в начальной школе закладывается определенная основа. Дети пользуются такими терминами, как натуральные числа, читают и записывают математические выражения, дифференцируя их на числовые и буквенные, вычисляют их значения; используют термины «равенство» и «неравенство», дифференцируя их на числовые и с переменной. Начиная с 1-го класса, младшие школьники оценивают истинность или ложность равенств или неравенств, и этому способствует задание на критику ошибок или оценку кем-то выполненных заданий.

Кроме того, изучение математики в начальной школе предполагает усвоение определенных математических определений, изучаются законы и правила арифметических действий. Это создает возможность включения заданий, предполагающих оценку истинности или ложности умозаключений; в этом направлении могут быть использованы доказательства на основании правила прямого вывода или по закону контрапозиции. Также в начальной школе проводится работа по пропедевтике доказательств, посредством заданий на обоснование своей точки зрения или на оценку готового решения. Что касается индуктивных и дедуктивных рассуждений, то учащиеся начальной школы могут получить определенный опыт при выполнении системы заданий, целью которых является открытие нового понятия или способа действия на основе аналогии, и ее проверке. Для развития у детей дедуктивных рассуждений в начальной школе используется подведение под понятие, когда перечисляются существенные признаки математического объекта, и учащиеся должны установить его принадлежность к определенному классу.

Также начальная школа имеет потенциал для того, чтобы учащиеся приобрели минимальный опыт формулировки и доказательства или же опровержения гипотез. Можно построить методику обучения математике таким образом, чтобы постоянно ставить учащихся в условия поиска новых способов действия или усовершенствования известных способов действия. Таким образом, школьники вынуждены высказывать предположения в процессе поиска нового способа действия, действуя, например, по аналогии, или на основании изменившихся признаков, формулировать реконструированную ориентировочную основу действия. Очевидно, что для проверки гипотез использовать метод математической индукции в начальной школе мы не можем, и ограничиваемся проверкой в нескольких отдельных случаях.

Что касается математического моделирования, то для приобретения минимального опыта в этом направлении, можно рассматривать сюжетные задачи, широко представленные в курсе математики начальной школы. На материале задач учащиеся учатся переходить от текстовой модели задачи к её математической модели. Процесс решения задач рассматривается как переход от текстовой модели к вспомогательным моделям (краткая запись, схематический рисунок) и далее к математической модели (выражение).

Следующий блок базовых знаний, определенных в ГСБСО, – это *числа и выражения*. Он содержит числовые множества, натуральные, целые, рациональные и иррациональные числа, действия с ними и их отношения, проценты, пропорции, выражения и их преобразования. Для усвоения этого блока базовых знаний начальная школа также может создать определенную основу. В 1-ом классе начальной школы мы говорим о предметных множествах, учим детей объединять предметные множества, исключать подмножество из множества. Далее на пропедевтическом уровне вводится множество натуральных чисел. Младшие школьники сравнивают числа и выполняют арифметические действия в расширенном множестве натуральных чисел. В 3–4-ом классах дети знакомятся с обыкновенными дробями (правильными), сравнивают дроби, преимущественно на основании наглядности.

Что касается отношений между величинами, то поскольку математические задачи – это достаточно большая часть начального курса математики, и среди математических задач есть такие, сюжет которых можно описать группой взаимосвязанных величин, находящихся в пропорциональной

зависимости, то и в этом направлении проводится определенная пропедевтическая работа. Так, в начальной школе рассматриваются взаимосвязи между величинами, исследуется изменение одной величины в зависимости от изменения второй величины при постоянной третьей величине; это дает возможность ещё до решения задачи сделать прикидку ожидаемого результата. Также знание подобных зависимостей дает возможность в начальной школе решать задачи на нахождение четвертого пропорционального способом отношений. В начальной школе производится большая работа с математическими выражениями, однако тождественные преобразования числовых выражений очень ограничены. Для этого могут быть использованы определения, законы и правила выполнения отдельных арифметических действий.

Следующий блок базовых знаний – это *уравнения и неравенства и их системы*. В начальной школе осуществляется алгебраическая пропедевтика и дети изучают определение уравнения, решения – корня уравнения; решают простые уравнения способами подбора на основании правила нахождения неизвестного компонента и на основании свойств равенства; решают уравнения, в которых правая часть или один из компонентов представлен числовым выражением уравнения, в которых переменная входит в состав одного из компонентов. В 3–4-ом классах учащиеся решают неравенства с переменной способом подбора или способом сведения к уравнению, а также на основании зависимости результата действия от изменения одного из компонентов.

Очевидно, недоработки в начальной школе перерастают в проблемы в базовой школе. Для успешного усвоения базовых знаний, определенных ГСБСО, необходимым условием является максимальное использование потенциала начальной школы. А значит, обучение математике в начальной школе требует использования современных методических подходов, направленных на закладку основ методологической базы математики, на формирование полноценных понятий о числах и выражениях, уравнениях и неравенствах и так далее.

О. В. СТАРОВОЙТОВА, К. В. ВОРОНЕНКО
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИКИ

При решении нестандартных задач школьники часто сталкиваются с проблемой поиска оптимального пути их решения. Ведь решить то или иное уравнение можно по-разному, однако будет ли это рационально?

При нацеливании учащихся на поиск красивых, а главное рациональных решений математических задач вытекает главная задача учителя – повышение их математической культуры. Но всё же основной целью является развитие логического и математического мышления у учащихся, развивать заинтересованность их к математике, привести к «открытию» математических фактов и подходов к решению задач.

При решении алгебраических уравнений используют различные способы и подходы. Однако, как показывает практика, зачастую неправильно выбранный подход при решении сводит его к очень трудоёмким вычислениям. При решении уравнений необходимо не только знание основных определений, свойств и формул, но и умение анализировать их, т. е. умение правильно «читать» условие. Но на практике большинство учащихся ищут «шаблон» решения. Поэтому благодаря правильному, логически и математически грамотному анализу можно определить более рациональные подходы при решении.

В таких случаях иногда оказывается полезным использовать нестандартные методы решения, которые существенно упрощают и сокращают решение уравнения. Остановимся на применении одного из таких методов – использовании функционального подхода при решении уравнений.

Рассмотрим данный метод решения на примере алгебраического уравнения 9-го класса:

$$(x^2 + 2 \cdot x + 3)(2 \cdot x^4 - 4 \cdot x^2 + 3) = 2$$

Упростим второй множитель $(2 \cdot x^4 - 4 \cdot x^2 + 3)$, для этого воспользуемся заменой в нем $x^2 = y$, получаем:

$$(x^2 + 2 \cdot x + 3)(2 \cdot y^2 - 4 \cdot y + 3) = 2$$

В преобразованном уравнении в каждом из множителей выделим полный квадрат:

$$(x^2 + 2 \cdot x + 1 - 1 + 2)(2 \cdot ((y)^2 - 2 \cdot y + 1) - 2 + 3) = 2$$

$$(((x + 1))^2 + 2)(2 \cdot ((y - 1))^2 + 1) = 2.$$

Проанализируем левую часть полученного уравнения:

$$1. (x + 1)^2 \geq 0, \Rightarrow (x + 1)^2 + 2 \geq 2.$$

Получили, что первый множитель в произведении всегда принимает значения не меньше, чем 2.

То есть минимальное значение, которое может принять первое выражение, равно 2.

$$2. ((x)^2 - 1)^2 \geq 0, \Rightarrow 2 \cdot ((x)^2 - 1)^2 \geq 0, \Rightarrow 2 \cdot ((x)^2 - 1)^2 + 1 \geq 1$$

Минимальное значение, которое может принять второе выражение, равно 1.

Решение данного уравнения возможно тогда и только тогда, когда одновременно первое выражение будет равно 2, а второе – 1. То есть решение сводится к решению системы, состоящей из двух уравнений.

Решая данную систему, получаем:

$$\begin{cases} ((x + 1))^2 + 2 = 2, \\ 2 \cdot ((x^2 - 1))^2 + 1 = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ((x + 1))^2 = 0, \\ 2 \cdot ((x^2 - 1))^2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + 1 = 0, \\ x^2 - 1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = -1, \\ x^2 = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = -1, \\ x = \pm 1 \end{cases} \Rightarrow x = -1$$

Получили, что решением уравнения является единственный корень $x = -1$.

Анализируя данное решение уравнения, приходим к выводу, что функциональный подход существенно упростил и сократил его решение. Поэтому данный подход при решении уравнений является составной частью и естественным развитием функциональной линии обучения математике. Использование свойств функций очень важны для решения многих уравнений, ведь зная эти свойства и умея их правильно применять, в некоторых случаях можно решить задачу не прибегая к каким-либо большим преобразованиям, которыми не всегда удобно пользоваться.

В. В. ТРАВИН, А. А. БАНЬ

БГУ (г. Минск, Беларусь)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ПО АЛГЕБРЕ В ПАКЕТЕ GEOGEBRA

В контексте целей обучения и воспитания на II ступени общего среднего образования основной задачей изучения математики как учебного предмета является овладение математическими знаниями, умениями, навыками, способами деятельности, необходимыми для применения в повседневной жизни и при изучении других учебных предметов [1].

Одним из пакетов, призванных визуализировать решение задач с целью их успешного усвоения, является пакет Geogebra. В данной статье мы рассмотрим примеры построения и визуализации моделей решения различных задач по алгебре в этом пакете.

Задача 1. Решить графически уравнение $|x| = x - 3$.

Алгоритм построения модели:

1. Используя строку ввода, вводим формулу $y = |x|$. В редакторе автоматически строится график функции $y = |x|$.

2. Используя строку ввода, вводим формулу $y = x - 3$. В редакторе автоматически строится график функции $y = x - 3$.

3. Используя инструмент «Пересечение», находим общие точки, если они есть.

Модель решения задачи представлена на рисунке 1. Видим, что общих точек нет. Значит, корней у данного уравнения также нет.

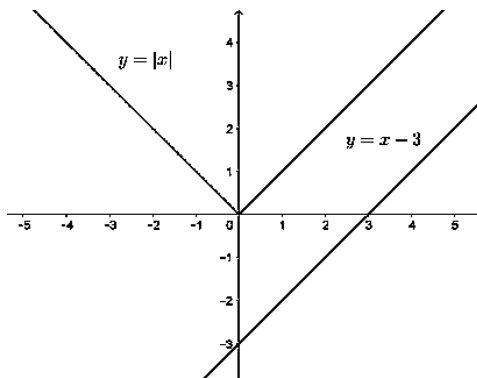


Рисунок 1

Задача 2. В группе 1500 человек. Из них 1000 человек умеют кататься на лыжах, 900 – на коньках. Ни на лыжах, ни на коньках не умеют кататься 100 человек. Сколько человек умеет кататься и на лыжах, и на коньках? [2]

Обозначим множество A – множество людей, которые умеют кататься на лыжах, а множество B – множество людей, которые умеют кататься на коньках. Исходя из заданных обозначений, можно построить вспомогательную модель для решения данной задачи с использованием кругов Эйлера:

1. Построим круг, внутри которого изобразим два пересекающихся круга, обозначающих множества A и B , используя инструмент «Окружность по центру и точке».
2. Скроем центры кругов и точки на окружностях.
3. Вставим надписи «Множество A », «Множество B », «2 вида», «Те, кто не умеют кататься ни на лыжах, ни на коньках» с помощью инструмента «Текст» (рисунок 2).

Полученная модель наглядно демонстрирует группы людей, которые даны по условию задачи. Она будет полезна учащимся при анализе условия и разбиении людей по группам.

Задача 3. Найти множество значений функции $y = x^2 - 2x + 2$. [2]

Рассмотрим графическую модель, показывающую нахождение множества значений функции. Она основана на том, что проекция графика на ось ординат даёт множество значений функции.

1. Используя строку ввода, вводим формулу $y = x^2 - 2x + 2$. В редакторе автоматически строится график функции $y = x^2 - 2x + 2$.
2. Через каждую точку C графика проведём прямую, перпендикулярную оси ординат и пересекающую её в некоторой точке D .
3. Множество всех таких точек D образует множество значений функции. Для этого для точки D выберем опцию «Оставить след», после чего проведём точкой C по графику.

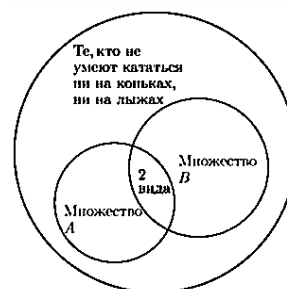


Рисунок 2

Полученные промежуточные состояния модели изображены на рисунках 3–4.

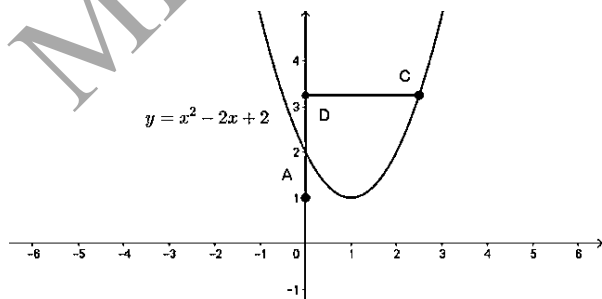


Рисунок 3

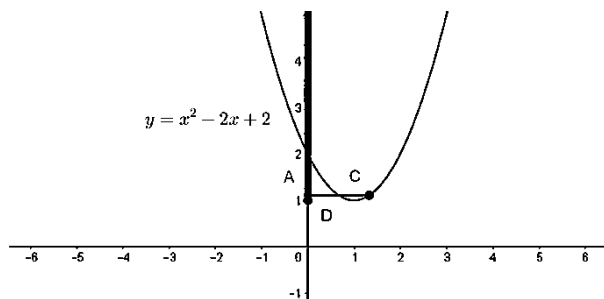


Рисунок 4

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебные программы по учебному предмету «Математика» для VII–IX классов учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания.
2. Травин, В. В. Решение нестандартных задач по алгебре, геометрии, комбинаторике, теории графов, теории множеств... : учеб. пособие / В. В. Травин. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 128 с. : ил. – (Серия «Коллекция идей»).

В. В. ТРАВИН, А. М. БИРЮК

БГУ (г. Минск, Беларусь)

ПОИСКОВЫЕ ГОЛОВОЛОМКИ КАК ФОРМА ТВОРЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УЧАЩИХСЯ

Учебные предметы «Математика» и «Информатика» при реализации учреждениями образования образовательных программ базового образования занимают ключевые места в формировании основных интеллектуальных умений и личностных качеств учащихся, необходимых для жизни в современном обществе [1].

В настоящее время множество различных пособий по математическим дисциплинам и информатике предлагают учителям дидактические материалы, самостоятельные и контрольные работы, материалы для самостоятельного изучения, пособия для подготовки к олимпиадам и конкурсам. Всё это облегчает работу учителя, но данная помощь для него касается диагностики усвоения материала у учеников по предмету и организации этапа усвоения знаний учащихся. Однако педагогам также необходима и форма контроля, которая бы развивала творческую составляющую как преподавателей и родителей, так и учащихся различных учебных заведений [2].

В данной статье мы предлагаем практические разработки поисковых головоломок, которые, с одной стороны, помогут учителям в организации учебных занятий по математике и информатике, а с другой стороны, разнообразят процесс обучения учащихся увлекательными и познавательными головоломками [2].

Рассмотрим примеры таких поисковых головоломок. В головоломке «*Есть тут лишний*» предлагается найти одно слово, которое является неподходящим по смыслу среди остальных, и объяснить свой выбор.

1. Биквадратное, рациональное, действительное, целое, мнимое.
2. Синус, тангенс, арккосинус, котангенс.
3. Монитор, клавиатура, мышь, микрофон.
4. Додекаэдр, куб, призма, гексаэдр, октаэдр.
5. Квадратичная, линейная, показательная, диск, арктангенс.
6. Программа, ввод, устройство, умножение, данные.
7. Многогранник, грань, многочлен, ребро, вершина.
8. Ссылка, страница, гипертекст, блокнот, модуль.

В головоломке «*Правда или ложь*» необходимо определить, истинно или ложно данное высказывание.

1. Графиком квадратной функции является прямая.
2. Куб содержит восемь рёбер.
3. Синус угла 30° равен 0,5.
4. Вертикальные углы равны.
5. Программа Microsoft PowerPoint предназначена для создания баз данных.
6. В одном байте 1024 бит.
7. Римская система счисления является непозиционной системой счисления.
8. Несколько окон различных программ могут быть активными одновременно на экране компьютера.

В головоломке «*Поиск середины*» необходимо восстановить предложения с учётом правильного смысла содержания.

1. График нечетной функции симметричен относительно начала координат.
2. Прямая есть членик, у которого все углы прямые.
3. Класс является уровнем информации в кванте.
4. Косинус острого угла при вершине есть отношение прилежащего катета к гипотенузе.
5. Если к острому углу прибавить число 1, то значение угла не изменится.

В головоломке «Узнай слово без начала и конца» необходимо восстановить термины, у которых отсутствует начало и конец слова.

1. _го_, _ершин_, _у_, _раду_, _адия_.
2. _рафи_, _очк_, _ункци_, _ормул_.
3. _имво_, _носк_, _сылк_, _аке_.
4. _орен_, _тепен_, _огариф_, _оказател_.
5. _онито_, _кане_, _амер_, _ло_.

В головоломке «Арифметический филворд» необходимо по вертикали и горизонтали (слова могут «ломаться») найти все зашифрованные определения и понятия по арифметике.

В	А	Н	У	Д	Р	О
Ы	Т	И	М	П	Р	Б
Ч	И	Е	Н	В	А	Ь
Н	Е	Ж	О	И	Л	О
И	И	Е	К	А	Н	З
Е	Н	Е	Е	Н	И	Е
Д	Е	Л	Ж	О	Л	С

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебные программы по учебным предметам «Математика» и «Информатика» для V–XI классов учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания.
2. Кроссворды и поисковые головоломки для будущих математиков / В. В. Травин, Д. В. Прокопенко. – Минск : Адукацыя і выхаванне. 2020. – 88 с. – (Серия «Образовательный компас»).

Т. С. ТУРОВЕЦ

ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозыря» (г. Мозырь, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ И ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Развитие современного общества, обновление различных сфер жизни человека определили потребность в изменении и модернизации форм подачи информации для учащихся. Новые формы обучения позволяют учителю открыть для себя широкий выбор элементов для подачи того или иного материала. В связи с этим нами было организовано использование дистанционного обучения в учебном процессе средней школы и во внеурочное время.

Следует отметить, что для средней школы дистанционное обучение является еще новой формой организации образовательного процесса, базирующейся на принципе активизации самостоятельной работы обучающегося в компьютерной среде.

Различные электронные средства компьютерной коммуникации позволяют поддерживать диалог или производить обучение всем субъектам образовательного процесса в удобное для них время и в удобном месте.

Дистанционное обучение предполагает организацию самостоятельной познавательной деятельности учащихся с использованием новейших технологий обучения, которые способствуют интеллектуальному развитию учащихся. Реализация дистанционного обучения на уроках математики и во внеурочное время осуществляется в следующих направлениях:

- в разделе «Математика» на личном сайте учителя обновляются материалы для изучения той или иной темы, задания для подготовки к олимпиадам, задания-тренажеры по математике;
- в разделе «Видеоуроки» на личном сайте учителя размещаются видео-объяснения нового материала;
- ведутся online-консультации через приложения ZOOM, SKYPE;
- организован обмен теоретическими сведениями и практическими заданиями через мобильное приложение Viber;
- работает канал учителя на платформе YouTube.com;
- в каникулярное время организован online-квест «Умные каникулы».

Дистанционное обучение предполагает обмен информацией между учащимися и учителем на расстоянии, поэтому процесс обучения происходит с использованием интернета, онлайн-сервисов и различных приложений, сервисов WEB 2.0, которые позволяют осуществлять деятельность такого вида.

С 2017/2018 учебного года ведется работа канала учителя на платформе YouTube.com, на которой размещаются видеоуроки по темам занятий. За это время видеоуроки были просмотрены более 23 500 раз.

В 2019/2020 учебном году учащиеся заинтересовались способами создания видеоуроков и стали снимать видеоуроки сами. Для создания видеоуроков учащимися прорабатывается огромное количество материала, которое изучается как совместно с учителем, так и самостоятельно. Активно родители подключаются в эту деятельность и помогают учащимся совершенствовать свои знания и делиться ими с другими учащимися. Таким образом канал стал трехгранной системой, которая объединяет и мотивирует учащихся к изучению материала, обмену опытом в той или иной теме и помогает сплочению учащихся между собой посредством сети Интернет.

В 2020/2021 учебном году начал работу сайт учителя Туровец Татьяны Сергеевны (www.tgerasimenok.lepshy.by), который включает в себя такие блоки по организации дистанционного обучения, как «Видеоуроки» и «Математика». Сайт является комплексом не только по подготовке учащихся к урокам, олимпиадам и конференциям, но и своего рода отчетом о работе учителя. На сайте отражена вся его работа, включая публикации, распространение педагогического опыта, воспитательную работу и многое другое.

В 2020/2021 учебном году в каникулярное время в рамках работы Школы олимпийца «Путь к успеху» был организован online-квест «Умные каникулы», в котором приняли участие более 50 учащихся 5–9 классов.

Online-квест был организован с помощью сервисов WEB 2.0 и мобильного приложения Viber. После регистрации учащимся предлагалось пройти пять этапов квеста, представленных в виде тестовых вариантов, реализованных в Google-формах, доступ к которым они получали по ссылке в группу в Viber. Квест включал в себя «Логический», «Математический», «Краеведческий», «Биологический» этапы и этап «Синквейн», на котором, используя «облако слов», учащиеся составляли online-синквейн по заданной тематике.

Таким образом, такая форма работы, как дистанционное обучение, является возможной и актуальной как на уроках, так и во внеурочное время. Использование современных технологий обучения на основе активного использования компьютерной техники и средств коммуникационного взаимодействия способствует не только повышению качества образования, но и развитию познавательных способностей и созданию условия для самореализации личности каждого ученика [1, с. 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, В. Дистанционное обучение: деятельностный подход / В. Васильев // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2004. – № 2. – С. 6–7.
2. Генне, О. В. Дистанционное обучение – новый шаг в развитии системы образования / О. В. Генне // Защита информации. Конфидент. – 2004. – № 3. – С. 36–39.
3. Ольнев, А. С. Использование новых технологий в дистанционном обучении / А. С. Ольнев // Актуальные проблемы современной науки. – 2011. – № 1. – С. 96.

И. Д. ЦУПА

ГУО «Средняя школа № 1 г. Пинска» (г. Пинск, Беларусь)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В современном мире становятся популярными и быстро развивающимися областями знаний информационные науки и компьютерная инженерия, поэтому учитель должен уметь варьировать свои методики в образовательном процессе, постоянно совершенствовать используемые технологии.

В связи со сложившейся ситуацией в мире одной из форм образовательного процесса стало дистанционное обучение.

Дистанционное обучение – это взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность.

Данная форма обучения предполагает наличие определенного набора инструментов для осуществления образовательной деятельности. Как минимум необходимо устройство, поддерживающее веб-браузер, а также выход в интернет. Этот минимальный инструментальный набор для получения дистанционного обучения был у всех учащихся нашей школы.

В четвертой четверти 2019/2020 учебного года назрела необходимость для создания единой школьной платформы для информирования учащихся.

Принцип этой деятельности выглядит так: учитель размещает на платформе задания, а учащиеся его выполняют самостоятельно и отправляют ответы на проверку учителю посредством электронной почты (например, mail.ru).

Исходя из вышеизложенного, мы выделили несколько основных проблем данного метода обучения: невозможность проследить за процессом решения какой-либо задачи, также не все учащиеся своевременно выполняли домашние задания, многие учащиеся не смогли решить задачи четвертого и пятого уровней по физике. Поэтому мы дополнительно воспользовались закрытой группой в социальной сети «В контакте». В ней были собраны учащиеся восьмых классов. Ребята знали план работы на ближайшую неделю.

Работа началась с самого простого. Приветствие: межличностное общение; личные успехи учащихся; «что у вас произошло за эти дни?» Такое общение позволило сплотиться учащимся группы и учителю. Участники группы не стеснялись задавать вопросы, с которыми столкнулись во время подготовки теоретического и практического материала.

Далее учащимся был объяснен учебный материал, предложено пройти по ссылкам для просмотра видеороликов опытов и учебных занятий, показано на примерах решение задач всех уровней. После занятий ребята могли в чате задавать вопросы, на которые самостоятельно не могли найти ответ. Учащиеся этой группы выполняли тесты, тренажеры, виртуальные лабораторные работы, практические работы по ссылкам.

В X–XI классах было использовано приложение «Viber».

«Viber» – приложение, которое позволяет отправлять сообщения, использовать видео и голосовые звонки через интернет; также использован в деятельности персональный сайт «Инфоурок».

На этом сайте существует платформа Онлайн-школа. Было целесообразно подключить учащихся XI класса к этой платформе, что дало возможность обучающимся смотреть уроки и презентации к ним по интересующим их темам в реальном времени, а также выполнять тесты, задания и т. д.

Преимущество онлайн-школы в том, что учитель может задействовать любое количество классов, а также просматривать выполненные учащимися задания.

Недостаток этого сайта в том, что в его арсенале нет белорусских учебников и учителю необходимо самостоятельно создавать тесты и задания для контроля или выбирать материал из уже существующих российских учебников.

Большую помощь в дистанционном обучении оказывает наш белорусский сайт «Школьная физика для учителей и учеников». На этот сайт материал выкладывается с разрешения главного редактора журнала «Фізика: праблемы выкладання» Н. И. Запрудского, а также с разрешения редколлегии и редакции журнала «Квант».

Для организации учебного процесса на уроках физики этот сайт оказывает большую помощь, так как на нем собран огромный материал: пособия с задачами, теоретический материал, лабораторные работы, сборники для подготовки к экзаменам и ЦТ.

В своей педагогической деятельности используем «Педагогическую мастерскую», которая размещена на сайте adu.by. Данный раздел представляет собой виртуальную площадку для общения и профессионального взаимодействия учителей, которые хотели бы не только регулярно знакомиться с опытом своих коллег, но и делиться собственными наблюдениями, инициативами, разработками.

С 2007/2008 учебного года автор статьи является руководителем городского учебно-методического объединения учителей физики и астрономии. В связи со сложившейся эпидемиологической обстановкой назрела необходимость проведения многих городских учебно-методических объединений, совещаний, дискуссий, консультаций с использованием платформ «Zoom» и «Microsoft Teams».

Эти платформы мы выбрали потому, что к ним одновременно может подключиться большое количество слушателей.

С 2020/2021 учебного года в помощь учителю начал работать единый информационно-образовательный ресурс. Его учебный модуль дает возможность изучения материала самостоятельно необходимое количество раз в удобное для учащихся время; способствует повышению качества усвоения материала, организации самоконтроля и разные виды подготовки к контрольным работам.

Данный образовательный ресурс является мощной поддержкой не только в организации образовательного процесса, но и в подготовке к учебным занятиям. Из множества предоставленных платформой видеоуроков можно выбрать тот материал, который поможет более эффективно подготовиться к уроку и будет более познавательным для учащихся.

В последнее время в жизнь нашего общества достаточно активно внедряются новые информационные технологии, нашли они свою сферу и в области образования. Использование новых технологий в образовательном процессе приводит к развитию новых педагогических методов и приемов, изменению стиля работы учителя, а также позволяет разнообразить их широкую палитру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория и практика дистанционного обучения : учебное пособие для пед. вузов / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева ; под ред. Е. С. Полат. – М. : Академия, 2004.
2. Андреев, А. А., Солдаткин, В. И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация / А. А. Андреев, В. И. Солдаткин. – М. : Издательство МЭСИ, 1999.
3. Теория и практика Бутиков, Е. И. Лаборатория компьютерного моделирования // Компьютерные инструменты в образовании. –1999. – № 5.
4. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии – 2 / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2010. – 256 с.
5. «Активная физика», разработанная группой PiLogic (БГПУ), г. Минск (<http://www.cacedu.unibel.by/partner/bspu/pilogic/>
<https://studylib.ru/doc/374203/cupa-i.d>
<https://infourok.ru/user/cupa-irina-dmitrievna>
<https://adu.by/ru/rukovoditelyam/pedmasterskaya.html>
<https://alsak.ru/item/category/52.html>
<https://eior.by/>

Т. Н. ЧЕБУРКИНА

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

ЧИСЛОВЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ И ПРОГРЕССИИ В ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧАХ ПО МАТЕМАТИКЕ

От современного школьника требуется наличие таких качеств, как инициативность, изобретательность, нестандартность мышления, а также способность за короткое время безошибочно принимать решения. Всё это невозможно без умения работать творчески и самостоятельно. В этой связи современная система образования рассматривает все возможные пути решения проблемы, связанной

с эффективной организацией обучения детей, которые обладают повышенными интеллектуальными способностями. Современной формой работы с учащимися, основанной на креативной и исследовательской деятельности, связанной с поиском нестандартных методов решения задач, является олимпиада по учебным предметам.

Проанализировав задания, предлагаемые на олимпиадах по математике, учебные программы факультативных занятий «Готовимся к олимпиадам по математике», мы пришли к выводу, что последовательностям и прогрессиям уделяется довольно большое значение. В школьном курсе математики числовые последовательности, а также прогрессии изучаются в девятом классе. При этом прикладной аспект при решении нестандартных и олимпиадных задач по этой теме актуализируется в недостаточной мере [1].

Приведём некоторые примеры олимпиадных математических задач, решение которых требует знание свойств последовательностей и прогрессий.

Задача 1. Необходимо решить уравнение $y^3 + y^2 + a = 0$, зная, что оно имеет три различных корня, образующих арифметическую прогрессию [2].

Решение: Пусть, b, c, d – корни данного уравнения.

Согласно характеристическому признаку арифметической прогрессии: $b + d = 2c$.

По теореме Виета получаем:

$$\begin{cases} b + c + d = -1 \\ bc + cd + bd = 0 \\ bcd = -a \end{cases}$$

$$3c = -1 \Rightarrow c = -\frac{1}{3} \Rightarrow b + d = -\frac{2}{3}$$

$$c(b + d) + bd = 0 \Rightarrow bd = -\frac{2}{9}$$

$$b = -\frac{1}{3} - \frac{1}{\sqrt{3}}, d = -\frac{1}{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Ответ: $-\frac{1}{3} - \frac{1}{\sqrt{3}}, -\frac{1}{3}, -\frac{1}{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}$.

Задача 2. Сумма первых тридцати членов арифметической прогрессии составляет 50 % от суммы последних 30-ти членов данной прогрессии. Сумма всех членов этой прогрессии без первых трёх членов данной арифметической прогрессии относится к сумме всех членов без последних трёх как 3 : 2. Найдите количество всех членов данной прогрессии [2].

Решение: Пусть a – первый член прогрессии, d – разность, а n – общее количество членов данной прогрессии.

По формуле суммы прогрессии находим:

Сумму первых тридцати членов: $\frac{a+a+12d}{2} \cdot 13$;

Сумму последних тридцати членов: $\frac{a+(n-13)d+a+(n-1)d}{2} \cdot 13$;

Сумму членов прогрессии без первых трёх: $\frac{a+3d+a+(n-1)d}{2} \cdot (n-3)$;

Сумму членов прогрессии без последних трёх: $\frac{a+a+(n-4)d}{2} \cdot (n-3)$.

По условию: $\begin{cases} 2(a+6d) = a + (n-7)d \\ 2(2a + (n+2)d) = 3(2a + (n-4)d) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = (n-19)d \\ 2a + (n-16)d = 0 \end{cases}$

$(3n-54)d = 0 \Rightarrow n = 18$.

$d \neq 0$, в противном случае – противоречие.

Ответ: $n = 18$.

Задача 3. В бесконечной числовой последовательности $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$ не все члены равны между собой. Для всех $n \geq 2$ выполняется равенство:

$$x_n = \frac{x_{n-1} + x_n + x_{n+1}}{3}$$

Найдите соотношение: $\frac{x_{2012} - x_{1006}}{x_{1006} - x_{503}}$ [2].

Решение: $x_n = \frac{x_{n-1} + x_n + x_{n+1}}{3} \Rightarrow 3x_n = x_{n-1} + x_n + x_{n+1} \Rightarrow x_{n+1} - x_n = x_n - x_{n-1}$.

Разность соседних членов постоянна, это главный признак арифметической прогрессии. Пусть, d – разность данной прогрессии, тогда: $\frac{x_{2012} - x_{1006}}{x_{1006} - x_{503}} = \frac{(2012-1006)d}{(1006-503)d} = 2$ – формула прогрессии.

Ответ: 2.

Задача 4. Числа $a_1 + a_2 + \dots + a_n = S, \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \dots + \frac{1}{a_n} = Q$ [2].

Решение: a – первый член данной прогрессии, q – её знаменатель.

$a_1 a_2 \dots a_n = a^n * q^{1+2+\dots+(n+1)} = a^n * q^{\frac{n(n+1)}{2}} = (a^2 * q^{n-1})^{\frac{n}{2}}$ – согласно условию задачи.

$S = \frac{a(q^n-1)}{q-1}$. Последовательность $\frac{1}{a_1}, \frac{1}{a_2}, \dots, \frac{1}{a_n}$ – геометрическая прогрессия со знаменателем $\frac{1}{q}$ и первым членом $\frac{1}{a}$.

$$Q = \frac{\frac{1}{a} \left(\frac{1}{q^n} - 1 \right)}{\frac{1}{q} - 1} = \frac{q^n - 1}{q - 1} * \frac{1}{a * q^{n-1}}.$$

Тогда: $\frac{S}{Q} = a^2 * q^{n-1} \Rightarrow a_1, a_2 \dots a_n = \left(\frac{S}{Q} \right)^{\frac{n}{2}}$.

Ответ: $\left(\frac{S}{Q} \right)^{\frac{n}{2}}$.

Ввиду ограничений по объёму не представляется возможным охватить все аспекты данной тематики. При этом приведённые типы задач вполне могут быть использованы для подготовки учащихся к олимпиадам по математике, а также могут быть полезны учащимся для самоподготовки и при выполнении исследовательских работ по теме «Прогрессии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгебра. 9 класс : учеб. пособие для 9 класса учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Г. Арефьева, О. Н. Пирютко. – Минск : Нар. асвета, 2019. – 328 с.

2. Подготовка к очному туру ОММО – задания № 1 и № 6 [Электронный ресурс] // Подготовка к олимпиадам по математике. – Режим доступа: <http://olympiads.biz/forum/discussion/448/podgotovka-k-ochnomu-turu-ommo-zadaniya-1-i-6>. – Дата доступа: 02.03.2021.

И. Я. ШЕВКО

ГУО «Средняя школа № 9 г. Мозыря» (г. Мозырь, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WEB 2.0 НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ

Непрерывный рост информационного потока, ограниченность временных рамок учебного занятия подталкивают педагогов модифицировать этапы урока на всех ступенях учебно-воспитательного процесса.

Учителю сегодня уже необходимо разрабатывать, применять и внедрять передовые технологии, которые основываются на использовании инновационных информационно-коммуникационных технологий.

Преобладающая в современном образовании традиционная классно-урочная система уже не удовлетворяет потребностям учащихся и учителей. В связи с этим появилась необходимость пересмотра системы обучения и перехода на следующий этап – применение информационно-коммуникационных технологий в образовании, ведь ИКТ стремительно вошли в жизнь молодого поколения, которое невозможно сейчас представить без компьютера и гаджетов.

99 % педагогов имеют опыт создания презентаций в Power Point и работают с текстовыми документами, с успехом применяют свои знания на практике, но сейчас данные навыки не актуальны. Как результат, возникли передовые технологии Веб 2.0, применение которых позволяет учителю нетрадиционно подойти к образовательному процессу, акцентируя внимание на возрастных и индивидуальных особенностях учащихся, на уровне их обученности, что дает возможность построить учебный процесс более эффективно.

Информационно-коммуникативные технологии развиваются стремительно, опережая программу по многим учебным предметам, в том числе и по информатике. Постоянное самообразование, курсы повышения квалификации, а также применение в работе сервисов Веб 2.0 позволяют учителю соответствовать требованиям времени и общества.

Понятие «информационно-коммуникационные технологии» является общепринятым на уровне государства, о чем свидетельствует использование данного термина в нормативных документах Министерства образования Республики Беларусь.

Применяя данные технологии, следует обратить внимание на существующую нормативную базу Республики Беларусь, регламентирующую использование ИКТ в образовательном процессе. Данные документы четко регламентируют режимы работы учащихся всех возрастов на учебных занятиях с использованием ИКТ, поэтому педагогу, планируя свою деятельность, необходимо учитывать требования данных документов.

На данный момент активно стало использоваться удаленное обучение, благодаря чему возрастает и изменяется роль учителя, который может регулировать процесс обучения дистанционно, постоянно совершенствуя свои образовательные курсы. Одним из примеров СДО является система Moodle. Moodle – это современное программное обеспечение, позволяющее педагогу и ученику эффективно взаимодействовать online. Это инновационная модель дистанционного обучения из любого удобного для учащегося места, где есть выход в сеть Интернет. Также решением дистанционного обучения может быть использование ресурса iSpring. Сервер включает конструктор курсов и тестов, а также облачную систему дистанционного обучения. С ресурсом iSpring у учителя создается единый центр управления удаленным обучением (рисунок 1).



Рисунок 1. – Системы дистанционного обучения

Данная система позволяет создать, сохранить, встроить материалы, определить этапы их усвоения. Учащийся индивидуально определяет для себя режим их выполнения, темп, объем материала для изучения. Формат ресурса делает возможным использовать текстовую информацию, а также интерактивные модули разных форматов. Данная учебная среда синхронизируется на любом ПК или современном мобильном устройстве с выходом в сеть.

Применение ИКТ сегодня позволяет обеспечить на должном уровне подготовку учащихся, в связи с этим в деятельности педагога могут быть применены следующие информационные ресурсы: Фабрика кроссвордов, Генератор ребусов, LearningApps, jigsawplanet, SlideBoom, Myshared, Umaigra, Powtoon, Prezi.com, Edcanvas, Emaze, ChatStep, Taggstar, Branch Track и др. Данные серверы постоянно обновляются и развиваются (рисунок 2).



Рисунок 2. – Примеры сервисов Web 2.0

Организация контроля знаний учащихся – одна из важнейших педагогических задач учителя. Существует большое количество интернет-сервисов, позволяющих создавать компьютерные тесты в режиме онлайн. Преимуществом данных тестов является возможность использовать их в удобное время, с любого электронного устройства, имеющего доступ в сеть Интернет. К таким ресурсам относятся сервисы: Google-форма, Банк тестов, Hot Potatoes, 99Polls, Easy Test Maker, Simpoll, Branch Track, QuizWorks и др. (рисунок 3).

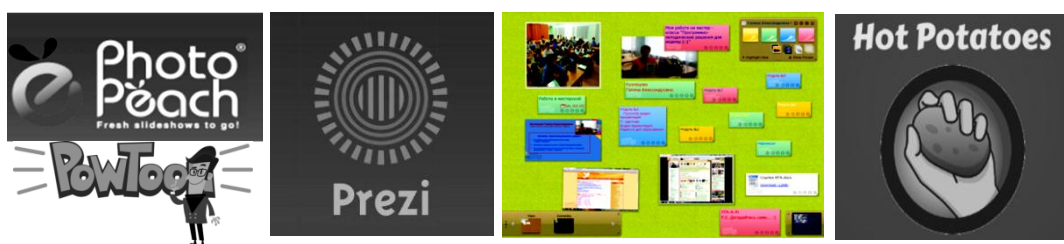


Рисунок 3. – Примеры сервисов Web 2.0

Для быстрого поиска, систематизации и наглядности, используя HTML-код, разработанные ресурсы возможно внедрить на страницу сайта или образовательного блога учителя и в будущем эффективно использовать в процессе обучения.

Информатизация образования и общества способствовала повышению интереса к учебному предмету «Информатика» у большинства школьников. В основном качество знаний учащихся по предмету стабильное и достаточно высокое.

Практика показывает, что, используя компьютерные технологии, учащиеся с увлечением изучают учебный материал. При рациональном выборе и использовании ИКТ повышается познавательный интерес к учебной дисциплине, активизируется внимание школьников, развивается логическое мышление.

Применение ИКТ не позволяет заменить реального учителя, но использование данных технологий делает учебные занятия более разнообразными и привлекательными для субъектов образовательного процесса, также позволяет организовать процесс обучения наглядно, способствует реализации индивидуализации обучения, сокращает время, необходимое учителю на организацию проверки знаний школьников, делает общение с ребенком более живым и продуктивным.

Современный педагог, прежде всего, должен начать преобразования с себя. Профессия учителя – одна из важнейших в нашем обществе. От того, как учитель относится к своей деятельности, от его профессионализма, творчества, таланта, преданного отношения к процессу обучения зависит будущее нашего молодого поколения.

Л. В. ШЕЛЕВЕР

ГУО «Средняя школа № 16 г. Лиды» (г. Лида, Беларусь)

АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

Урок – это основная форма организации образовательного процесса, и качество обучения – это, прежде всего, качество урока. Главная задача каждого педагога – не только дать учащимся определённую сумму знаний, но и развить у них интерес к учению, научить учиться. Современный урок информатики должен давать такие знания и навыки, развивать такие компетенции, которые, с одной стороны, способствуют внедрению информационных технологий в жизнь, а с другой стороны, помогают самоутверждению личности в информационно насыщенном мире. Поэтому одной из основных задач является создание благоприятных условий для интеллектуального, нравственного, творческого развития личности учащегося. «Пассивное» знание сегодня быстро устаревает, поэтому на уроке должны «звучать» активные формы, приемы, методы работы, которые вовлекают всех учащихся в учебный процесс, стимулируют их мотивацию, придают уроку творческий характер. Любая деятельность будет эффективной, если она целенаправленна. Учащийся, способный сформулировать цель собственной деятельности, значительно приближен к достижению ее результата. Недостаточно использовать только информационные технологии на уроке информатики, важно учить школьников вступать во взаимодействие, участвовать в обсуждениях, думать, активно сотрудничать. Решение проблемы заключается в рациональном сочетании интерактивных методов и информационных технологий [3].

Применение интерактивных методов позволяет за достаточно короткий срок передавать довольно большой объем знаний, обеспечить высокий уровень овладения учащимися изучаемым материалом

и закрепления его на практике. Проводя урок с использованием интерактивных методов, важно дать учащимся время подумать над заданием, чтобы они выполняли его осознанно, а не механически. К каждому занятию целесообразно подбирать такой метод, который будет наиболее эффективен при изучении данной темы на каком-либо этапе учебного занятия, что способствует приучению учащихся к систематической работе, дисциплинированности и выработке у них воли, настойчивости, привычки к регулярному труду.

Наиболее часто используются следующие методы:

- «Найди лишнее». Суть метода заключается в поиске лишних слов в девизе к уроку, из которых строится тема урока;
- «Раздели слова». Суть метода заключается в том, что учащиеся должны разделить слова и прочитать полученную фразу;
- «Знаю – умею». Учащиеся на этапе целеполагания указывают те знания и умения, которыми уже обладают, и ставят лично значимые цели на урок. В конце урока проверяется достижение поставленных целей;
- «Информационное домино». Каждый учащийся получает карточку, разделённую на две части. В правой её части – вопрос, в левой – ответ, который находится в карточке у другого учащегося. Вопросы и ответы озвучиваются попеременно. Заканчивает домино тот же учащийся, который его начал;
- «Логическая цепочка». Учитель готовит набор карточек, последовательное расположение которых позволит выполнить необходимое действие;
- «Шаг в правильном направлении». Учитель готовит для учащихся систему вопросов по теме. Если ответ на вопрос правильный, учитель делает шаг вперед, если неправильный – шаг назад. Таким образом, необходимо пройти до определённого места;
- «Проектный метод». Фактически на каждом уроке при выполнении заданий за компьютером учащиеся осуществляют индивидуальные точечные проекты;
- «Создаём рисунок». Учитель подбирает стихотворение, сказку, историю, которую можно разделить на части (по количеству учащихся или групп). Каждый учащийся или группа получают свою карточку с фрагментом текста. Задача: нарисовать иллюстрацию;
- «Волшебная палочка». Учитель приносит на урок предмет, напоминающий волшебную палочку. Сообщает учащимся правила игры: «Посмотрите на эту волшебную палочку! Право говорить получит тот, у кого она окажется в руках. Все остальные должны внимательно слушать, пока палочка не перейдет к ним. Я хочу, чтобы каждый, кто будет держать палочку, рассказал, что интересного и необычного произошло сегодня на нашем занятии. Когда рассказчик закончит, он передаст палочку дальше»;
- «Синквейн». Суть метода заключается в том, что учащимся в паре или группе необходимо составить на тему урока синквейн по следующему правилу: первая строка – одно существительное, выражающее главную тему синквейна; вторая – два прилагательных, выражающих главную мысль; третья – три глагола, описывающих действия в рамках темы; четвёртая – фраза, несущая определённый смысл; пятая – заключение в форме существительного (ассоциация с первым словом);
- «Заверши фразу». Учитель предлагает учащимся завершить незаконченное предложение. При проведении рефлексии можно предложить для завершения несколько предложений или одно для всех.

Применение интерактивных методов возможно независимо от уровня подготовленности учащихся, а также при использовании различных форм работы: для работы индивидуально, в парах, группами, коллективно. Все они создают атмосферу повышенного интереса, ситуацию диалога, в них возможен неправильный ответ, ученик оценивается по процессу деятельности.

В своей деятельности часто используем специальные онлайн-сервисы для создания собственных интерактивных материалов к конкретному этапу урока. Используются такие инновационные технологии, как электронные образовательные ресурсы: интерактивные презентации, тесты, сервисы Web 2.0. Наиболее часто в своей работе используем конструктор интерактивных заданий LearningApps.org, который позволяет удобно и легко создавать электронные интерактивные упражнения для объяснения нового материала, для закрепления, тренинга, контроля.

Приемы, методы и формы, описанные нами, повышают у учащихся моральную ответственность за результаты своей деятельности, стимулируют познавательную активность, развитие творческих способностей. Дают возможность получить информацию о степени достижения цели обучения отдельным учащимся, группой и классом в целом, об ошибках, недочетах, пробелах в знаниях, установить порождающие их причины, организовать коррекцию [1].

Системность в использовании приемов, методов и форм способствует развитию мотивации к различным видам деятельности, формированию навыков анализа, планирования, рефлексии.

Эти приемы, методы и формы можно использовать на различных предметах и для различной возрастной категории учащихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Запрудский, Н. И. Моделирование и проектирование авторских дидактических систем : пособие для учителя / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2008. – 334 с.
2. Кашлев, С. С. Технология интерактивного обучения / С. С. Кашлев. – Минск : Белорусский верасень, 2005. – 196 с.
3. Чуменко, Е. В. Здоровый образ жизни. Интерактивные методы обучения / Е. В. Чуменко. – Минск : А. Н. Вараксин, 2009. – 96 с.

Л. В. ШЕЛЕВЕР

ГУО «Средняя школа №16 г. Лиды» (г. Лида, Беларусь)

ФОРМИРОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ НА ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ИНФОРМАТИКЕ В КОНТЕКСТЕ ПАРАДИГМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сегодня мы можем наблюдать стремительные изменения в обществе, которые требуют от человека новых качеств. Каждая организация, предприятие стремятся пополнить ряды своих сотрудников креативными, творчески мыслящими, способными самостоятельно принимать решения, инициативными молодыми людьми. А это, в первую очередь, умение работать с информацией, умение добывать ее из различных источников, анализировать, сравнивать, делать выводы. Учащемуся любого возраста для успешного освоения темы необходимо знать, где он сможет применить полученные знания, умения, навыки в жизни, что рождает способность и потребность к интеллектуальному экспериментированию, и если оно поддержано взрослыми и направлено в нужное русло, то, несомненно, будет успешным. Поэтому роль учителя информатики заключается в том, чтобы показать всю широту возможностей информатики и глубину проникновения в другие предметные области. Сегодня существует большая проблема: учащиеся знают весь набор существующих инструментов, а какие из них лучше выбрать и как использовать в конкретной жизненной ситуации – эти вопросы остаются для них весьма сложными. Другими словами, дети хорошо заучивают приемы работы по шаблону, и если задача ему не соответствует, она становится для них фактически неразрешимой.

Именно такие умения, как способность применять полученные знания на практике, проявлять самостоятельность в постановке задач и их решении, брать на себя ответственность при решении возникающих проблем, составляют основу понятия «компетентность».

Немаловажную роль в этом процессе занимает информатика как наука и учебный предмет, так как компетенции, формируемые на уроках информатики, могут быть перенесены на изучение других предметов с целью создания целостного информационного пространства знаний учащихся.

Наличие специальных технических средств, в первую очередь – персонального компьютера для каждого обучающегося, доступ к общим ресурсам, визуальный контакт с соучениками и учителем – всё это создает особые условия для развития коммуникативных компетентностей.

Ещё на I ступени общего среднего образования, при проведении факультативных занятий по учебной программе «Творческая деятельность в Scratch», направленных на выявление познавательных интересов учащихся, развитие их способностей, умений и способов деятельности, формируются познавательные и коммуникативные компетенции. Создавая скрипты, учащиеся используют простейшие алгоритмические конструкции, тем самым развивая алгоритмическое и логическое мышление, формируют навыки выделения объектов, процессов и явлений, понимания их структуры, и, что самое главное, вырабатывают умение самостоятельно ставить цель и решать задачи.

Начиная со II ступени общего среднего образования, учащиеся пробуют себя в предметных олимпиадах, которые включают нестандартные задания, требующие применения учеником именно предметной логики, а не материала из школьного курса. Олимпиады по информатике являются по сути своей олимпиадами по программированию. Для успешного выступления на районной олимпиаде

для учащихся среднего звена необходимо изучить весь материал школьного курса. А для успешного выступления на областной и республиканской олимпиадах необходимо усвоить теоретический материал по основам программирования, изучаемый в высших учебных заведениях, и научиться применять его при решении стандартных и нестандартных задач. После разбора теоретического материала, вся дальнейшая работа строится на написании кода. Перед переходом к практической части учащиеся повторяют и знакомятся с алгоритмами работы на компьютере, выбирают из имеющихся способов самый простой и самый надежный.

Выполнение такой работы помогает формированию алгоритмического мышления и развитию учебно-познавательной компетенции учащихся. Освоение методики решения олимпиадных задач учит анализировать и систематизировать информацию. И, конечно же, готовит учащихся к учёбе в высшем учебном заведении, имея уже наработанный «багаж» знаний. Мотивацией для учащихся выступает то, что программирование – перспективная профессия в плане оплаты труда, в смысле интересности процесса работы, общения с умными людьми. И, наконец, дополнительную мотивацию привносит в организацию учебного процесса соревновательный дух.

Полноценная познавательная деятельность выступает главным условием развития у учащихся инициативы, активной жизненной позиции, находчивости и умения самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в стремительном потоке информации из различных источников, включая Интернет. Эти качества личности есть ни что иное, как ключевые компетенции. Они формируются у учащихся только при условии систематического включения их в самостоятельную познавательную деятельность, которая в процессе выполнения ими заданий приобретает характер проблемно-поисковой деятельности [1].

При формировании ценностно-смысловой компетенции необходимо, чтобы ученик четко для себя представлял, что и как он изучает сегодня, на следующем занятии и каким образом он сможет использовать полученные знания в последующем. Именно умение ставить личные цели, понимать и осознавать смысл своей деятельности определяет в значительной степени успех личности вообще и успех в образовательной сфере в частности.

В основе формирования и развития творческого потенциала учеников находится использование различных творческих заданий по заданной теме и создание творческих проектов. Метод проектов – это гибкая модель организации учебного процесса, ориентированная на самореализацию учащегося путем развития его интеллектуальных и физических возможностей, волевых качеств и творческих способностей в процессе создания новых «продуктов». Проекты ребята выполняют не только в учебное время, но и во внеурочное.

Метод проектов можно рассматривать и как технологию сотрудничества. Активное решение жизненных ситуаций требует поиска дополнительных знаний и выработки необходимых умений и навыков. Проект позволяет решить и проблему актуальности изучаемого материала, его значимости для учащегося. Каждое задание предполагает не только отработку или закрепление какого-либо навыка работы, но и служит для развития общего кругозора ученика, содержит занимательный факт. Поэтому такие задания с интересом воспринимаются. Формы работы над проектом различные в зависимости от уровня подготовленности учащихся: от индивидуальной до групповой.

Таким образом, организовав деятельность на занятии, разнообразив внеклассную деятельность, учитель информатики может способствовать более целенаправленному формированию компетенций учащихся.

Компетенции для ученика – это образ его будущего, ориентир для освоения. Но в период обучения у него формируются те или иные составляющие этих «взрослых» компетенций, и, чтобы не только готовиться к будущему, но и жить в настоящем, он осваивает эти компетенции с образовательной точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключевые компетенции учащихся [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vuzlit.ru/462249/klyuchevye_kompetentsii_uchaschihsya.com. – Дата доступа: 04.01.2021.
2. Рассказова, Ж. В. Формирование исследовательской компетентности обучающихся 8–9 классов в условиях общеобразовательной организации: 13.00.01 / Рассказова Ж. В. – Владикавказ : Северо-Осетинский гос. пед. ин-т, 2014. – 21 с.

А. А. ШИКУРОВА

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

ПРОГРАММА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ «ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ»

При изучении элементов математического анализа в предметной области «Математика» в УОСО у учащихся возникает достаточное количество субъективных трудностей, связанных с объективной сложностью этого раздела математики. Следствием непонимания как содержания элементов математического анализа, так и его значимости, является нежелание изучать темы этого раздела. Применение практико-ориентированных задач при обучении учащихся математическому анализу позволит развивать познавательные потребности учащихся, обеспечить функционирование знаний в их мышлении, организацию поиска новых знаний, а также позволит сформировать у учащихся как интерес к предмету, так и творческие компетенции, которые важны для их личностного становления.

Разработанная программа факультативных занятий «Практико-ориентированные задачи по математическому анализу» для учащихся 10 классов с профилем «Математика» позволит изменить отношение к предмету и обеспечит развитие математической культуры учащихся. Предполагается, что к окончанию факультативных занятий учащиеся будут уметь: выводить уравнения изученных кривых, строить кривые в декартовой прямоугольной системе координат и в полярной системе координат, уметь решать задачи, связанные с последовательностью Фибоначчи, уметь решать задачи на нахождение наибольшего (наименьшего) значения какой-либо величины.

К образовательным целям данной программы относится формирование понятий: кривая Жордано, о полярной системе координат, о неявном задании кривой на плоскости, о некоторых математических кривых, формирование умения выводить уравнения и строить в системе координат следующие кривые: логарифмическая спираль, кардиоида, астроида, розы Гвидо Гранди, формирование умений решать задачи, связанные с последовательностью Фибоначчи, и задачи на нахождение наибольшего (наименьшего) значения какой-либо величины.

Содержание программы состоит из трех глав. Одна глава содержит несколько тем, на изучение каждой из них отведено 2 часа: урок формирования новых знаний и урок применения знаний в несильно и сильно измененных условиях. Первая глава – пропедевтика формирования понятия плоских кривых, в нее включено изучение с учащимися таких тем, как: понятие о плоской кривой Жордано, понятие о неявном задании кривой на плоскости, понятие о полярной системе координат. Вторая глава – кривые Жордано: кардиоида, астроида, логарифмическая спираль, розы Гвидо Гранди. В третью главу включены задачи, связанные с последовательностью Фибоначчи, и задачи на нахождение наибольшего (наименьшего) значения какой-либо величины. Приведем фрагмент планирования, разработанного для одного из занятий по теме «Кардиоида» 2-ой главы:

2.1. Кривые Жордано: Кардиоида

Занятие 1

Тема	Кривые Жордано: Кардиоида
Цель	<ul style="list-style-type: none">• сформировать понятие кардиоиды;• сформировать умение выводить параметрические уравнения кардиоиды;• сформировать умение строить кардиоиду в декартовой прямоугольной системе координат.
Ожидаемые результаты:	Учащиеся будут уметь строить кардиоиду в декартовой прямоугольной системе координат
План	I. Сформировать понятие кардиоиды. II. Сформировать умение выводить параметрические уравнения кардиоиды. III. Сформировать умение строить кардиоиду в декартовой прямоугольной системе координат.
I	Для того, чтобы сформировать понятие, необходимо обеспечить подвижность знаний учащихся по теме «Плоская кривая Жордано»; создать проблемную ситуацию, рассмотрев предложенную в конспекте практико-ориентированную задачу; а также показать учащимся анимацию того, как получается кардиоида (окружность, катится по неподвижной окружности с таким же радиусом).

Продолжение таблицы

II	Выводятся параметрические уравнения вместе с учащимися на основании сформулированного определения и просмотренной анимации.
III	Рассматривается один пример построения кардиоиды, заданной некоторыми уравнениями. Формулируется алгоритм построения (1) составить таблицу значений x и y в зависимости от различных значений t ; 2) отметить полученные точки на координатной плоскости и соединить их), после чего учащиеся самостоятельно, применяя алгоритм, строят кардиоиду.
Задания для работы на занятии	<p>Построить кардиоиду, заданную уравнениями:</p> <p>1) $\begin{cases} x = 2\cos t - \cos 2t \\ y = 2\sin t - \sin 2t \end{cases}$</p> <p>2) $\begin{cases} x = 6\cos t - 3\cos 2t \\ y = 6\sin t - 3\sin 2t \end{cases}$</p> <p>3) $\begin{cases} x = \cos t - \frac{1}{2}\cos 2t \\ y = \sin t - \frac{1}{2}\sin 2t \end{cases}$</p>
Задания для работы дома	В качестве домашнего задания можно предложить учащимся провести такой эксперимент, который был описан в практико-ориентированной задаче дома, а также найти: в каких реальных объектах можно увидеть кардиоиду?

Текст практико-ориентированной задачи, которую можно использовать в качестве проблемного вопроса на данном занятии:

Во время чаепития семья обнаружила, что при отражении лампочки от обода чашки отраженные лучи света выделяют некоторую кривую. И эта кривая у каждого члена семьи одна и та же. Как вы думаете, является ли такая кривая математической? И можно ли вывести ее уравнение?



Содержание разработанного курса факультативных занятий наполнено практико-ориентированными задачами, которые являются для учащихся субъективно новыми, неожиданными проявлениями математической теории. Появляющийся интерес к изучению предмета способствует формированию творческих компетенций и, как следствие, способности находить новые подходы к известным проблемам, выявлять возможности практического применения закономерностей известных дисциплин в нетрадиционных ситуациях; способности решать нестандартные задачи, выявлять основные противоречия в изучаемой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострокнутов, Е. В. Сущность понятия «творческие компетенции» в спектре категориально-понятийного поля педагогики / Е. В. Вострокнутов, С. Г. Разуваев // Вестник ТПУ. – 2012. – 7 с.
2. Колягин, Ю. М. Задачи в обучении математике : в 2 т. / Ю. М. Колягин. – М. : Просвещение, 1977. – Т. 1. – 111 с.
3. Зимняя, И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования / И. А. Зимняя. – М., 2004. – 42 с.



Современные подходы к преподаванию общетехнических и специальных дисциплин на уровнях профессионально-технического, среднего специального и высшего образования

Т. К. АНДРЕЕВА,¹ А. К. ПАШКО²

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

²УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Проблема качества подготовки специалистов к профессиональной деятельности всегда была и остается актуальной. Переход к массовому высшему образованию, рост числа высших учебных заведений (в том числе, негосударственных), коммерциализация образования и конкуренция на рынке образовательных услуг, расширение прав вузов в формировании образовательных программ – далеко не полный список факторов, которые выдвигают проблему качества подготовки на первый план. Быстроразвивающаяся наука и новые технологии, в том числе базирующиеся на междисциплинарных знаниях, также требуют от вузов совершенствования образовательных программ, а конкуренция на рынке медицинских услуг приводит к необходимости повышения качества профессиональной подготовки выпускников.

Практика показывает, что, если выпускник владеет современными знаниями, особенно в области передовых технологий, его конкурентоспособность и востребованность на рынке труда становятся значительно выше. Однако непрерывное переоснащение медицинского оборудования требует от специалиста не только качественных знаний, но и других качеств: высокой профессиональной мобильности, умения самостоятельно ориентироваться в потоке научно-технической информации и пополнять свои профессиональные знания и др. И потому в интересах студента научиться свободно ориентироваться в информационном пространстве, используя новые информационные технологии.

Для того чтобы выполнить заказ общества на специалиста, высшая школа должна оперативно воспринимать, предвидеть тенденции развития производства, науки, медицины, культуры в содержании и формах высшего образования. Проблема формирования личности специалиста охватывает широкий спектр вопросов в сфере обучения и воспитания. Сегодня совокупность требований к формированию личности продолжает уточняться, находится в динамике развития. Существенно изменяется понимание целей образования, которые все больше связываются не с количеством знаний выпускника, а с его общим развитием, культурой методологического мышления, способностью осмысливать полученную информацию, готовностью применять в своей деятельности полученные знания.

Проблема информации в последние годы активно обсуждается в отечественной и зарубежной литературе. Само понятие «информация» становится неотъемлемой частью процесса познания и формирования науки. В настоящее время в науке существует множество подходов к определению этого понятия, и каждая отрасль знания определяет его, исходя из своих специфических задач.

Формирование информационно-технологической компетентности студентов медицинского университета предполагает овладение современными средствами информационных технологий [1] и их использование в решении конкретных профессиональных задач. Таким образом, в состав наиболее важных и сложных аспектов организации обучения информационной грамотности в медицинском университете должно входить:

- формирование мотивации обучения информационной грамотности и понимания ценности информационной подготовки со стороны не только студентов, но и преподавателей;
- разработка методики взаимодействия преподавателей и студентов в ходе обучения;
- включение курсов по информационной грамотности в статусе обязательной для изучения дисциплины в структуру учебных планов образовательного учреждения;
- устранение избыточности информации при определении необходимого и достаточного минимума информационных знаний, умений и навыков в составе курсов по информационным технологиям;
- разработка средств контроля за эффективностью обучения, включая использование стандартов информационной грамотности как инструментов, позволяющих ограничить содержание информационной подготовки и обеспечить оценку качества обучения.

В силу этого формирование информационно-технологической компетентности будущих медицинских специалистов должно включать в себя понимание важности анализа и оценки информационных источников, научной литературы и научной работы, развитие навыков анализа, критичности мышления, письменной и устной речи. Обучающиеся должны уметь работать с информацией в области здравоохранения, понимать необходимость информации для пациентов, использовать принцип информированного согласия, применять эффективные методы и критерии оценки информационных ресурсов по здравоохранению.

Результатом сформированной грамотности является образованность студента [2]. Различие между грамотностью и образованностью заключается в объеме, широте и глубине соответствующих знаний, умений и навыков, способов творческой деятельности, т. е. образованность – это грамотность, доведенная до общественно и личностно необходимого максимума.

Образованность предполагает наличие достаточно широкого кругозора по самым различным вопросам жизни человека и общества. Но вместе с тем она предполагает и достаточно определенную избирательность по глубине проникновения и понимания тех или иных вопросов. Понятие образованности носит более личностный характер, чем грамотность. Образованность определяет индивидуальные образовательные приобретения отдельного человека, чаще всего стимулируемые его личностными наклонностями и интересами. Поэтому в достижение уровня образованности значительный вклад вносит процесс самообразования. Этому также способствует применение форм индивидуального обучения.

Складывающаяся специфика информационной профессиональной деятельности требует от будущих врачей активного использования профессионально значимых информационных технологий и формирования информационно-технологической компетентности у студентов медицинских вузов как способности пользоваться, воспроизводить, совершенствовать средства и способы получения и воспроизведения информации в печатном и электронном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулгалимов, Р. М. Формирование готовности студентов медицинских вузов к использованию информационных технологий в профессиональной деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Р. М. Абдулгалимов. – Ставрополь, 2000. – 23 с.
2. Межведилова, Л. Б. Инфокоммуникационные технологии в профессиональной подготовке студентов медицинских вузов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Л. Б. Межведилова. – Ставрополь, 2005. – 20 с.

Л. Н. БАКЛАНЕНКО,¹ Е. Л. КЛЯПЕЦ,¹ Е. Н. МИХЕД²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²ГУО «Мозырская гимназия имени Я. Купалы» (г. Мозырь, Беларусь)

МЕСТО И РОЛЬ КОНТРОЛЯ ПО ПРЕДМЕТАМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

При подготовке педагогов-инженеров цифровизация образования является необходимым условием обеспечения соответствия образовательного процесса потребностям рынка труда настоящего и будущего, сохранения в условиях информационного общества конкурентоспособности национальной экономики в целом и выпускаемых для нее учреждениями образования специалистов, в частности. В то же время цифровая трансформация является крайне сложным процессом, эффективная реализация которого невозможна без скоординированных усилий и, в первую очередь, всех педагогических работников системы образования республики.

Необходимым компонентом процесса обучения является контроль. В учебном процессе контроль – это функция управления учебной деятельностью обучающихся, развитием их творческих сил и способностей. Он сопровождает все виды учебной работы. В современных условиях контроль рассматривается как принцип обратной связи, который характерен для управления любой саморегулирующейся системы. Без них нет управления, невозможно и педагогическое руководство формированием личности [1].

Контроль по линии педагог-студент называют внешней обратной связью, самоконтроль обучающегося – внутренней обратной связью. Между контролем и самоконтролем существует тесная взаимосвязь.

Контроль как функция управления учебно-познавательной деятельностью обучающихся не всегда и не обязательно сопровождается оценкой. Он может выражаться в установлении факта, в совете педагога, в указании на ошибку или ошибочное действие, в предложении пересмотреть ход и порядок выполняемой работы.

Психолого-педагогическая сущность контроля в учебном процессе лежит в помощи обучающемуся. На первый план здесь выступает доверие к творческим силам и способностям обучающихся, мобилизация на выполнение поставленной задачи с полной отдачей сил, на побуждение их познавательных интересов. Атмосфера спокойного, уважительного отношения педагога к каждому обучающемуся имеет принципиальное значение в процессе контроля. Здесь недопустимы резкие замечания, раздражительный тон педагога по поводу ошибок обучающихся, поспешность с выводами об их работе.

Контроль осуществляется в полном соответствии с принципами обучения. Он должен быть научно обоснованным, систематичным и последовательным, обеспечивать сознательность обучающихся в обучении, быть наглядным и доступным, способствовать формированию устойчивых и прочных знаний, умений и навыков.

Задачи контроля: установить готовность обучающихся к восприятию и усвоению новых знаний (восстановить необходимые внутри предметные и межпредметные связи); получить информацию о характере самостоятельной работы обучающихся в процессе обучения; выявить трудности, ошибки обучающихся и причины их возникновения; определить эффективность организации, методов и средств обучения; выявить степень правильности, объем, глубину усвоенных знаний, умений и навыков [2].

Содержание контроля определяется теми общими и частными дидактическими задачами, которые ставятся перед каждым занятием и предметом обучения в целом. С изменением задач изменяется и содержание контроля.

На подготовительном этапе усвоения обучающимися новых знаний, умений и навыков большое значение имеет воспроизведение ранее изученного материала, установление внутрисубъектных и межпредметных связей. Контролируется подготовка обучающихся, их готовность к выполнению предстоящей деятельности.

Прежде всего проверяется адекватность знаний обучающихся подлинной сущности законов, ведущих теоретических идей, значимых правил и фактов. Содержание контроля на этом этапе должно затрагивать вопросы, имеющие первостепенное значение в системе изучаемого предмета.

Контролируются также ранее усвоенные умения и навыки, необходимые при изучении нового материала: интеллектуальные, практические и др. Выявляются пробелы, недостатки, ошибки и затруднения в работе обучающихся, а также причины их возникновения.

В содержание контроля входит получение информации о внутренних процессах, о развитии мышления, памяти, умение творчески использовать полученные знания. Содержание контроля должно носить организованный и высокоинформативный характер. Вопросы ставятся на выявление самого главного, существенного. Эмоционально-образная характеристика усвоенного материала уступает свое место информативной. Именно поэтому в процессе контроля возможны и допустимы различные виды кодирования, свертывание информации в ответах обучающихся, выражение их в самых сжатых и лаконичных формулировках.

Важно выявить степень понимания обучающимися всей совокупности признаков изучаемых понятий: достаточно ли создана ориентировочная основа действий по выполнению задания, как обучающийся понимает логическую структуру признаков данного предмета и знает ли порядок действий с предметом в зависимости от структуры его признаков.

Неопределенность, перегруженность содержания контроля второстепенным материалом отнимают много времени, утомляют обучающихся, снижают их активность. Менее значимый, второстепенный для данной темы материал, как правило, контролируется попутно с рассмотрением основных вопросов.

Содержание контроля на всех этапах учебного процесса должно побуждать обучающихся к развитию познавательной деятельности, поддерживать их творческую активность, ставить задачи проблемного характера, всесторонне выявлять способности обучающегося, его возможности сознательно подходить к оценке и анализу фактов, явлений, процессов, к обобщениям и выводам.

Содержание контроля изменяется в зависимости от места его осуществления в процессе изучения темы, раздела программы и всего курса в целом. В связи с этим для данного случая наиболее рационально использование текущего и итогового контроля.

Текущий контроль сопровождает повседневную учебно-познавательную деятельность обучающихся на занятиях и решает задачу управления учебным процессом. Во время текущего контроля всесторонне осуществляется внутренняя и внешняя обратная связь, на основе чего строятся и последующие действия обучающихся. Текущий контроль как составная часть процесса обучения характеризуется своей оперативностью, гибкостью, разнообразием используемых средств и приемов. Важно отметить использование программируемого контроля во время урока, возможность контролирования как отдельных обучающихся, так и отдельно взятых групп. Данные психологических и педагогических исследований показывают, что сотрудничество взаимно обогащает обучающихся. В совместной деятельности формируются общественно ценные мотивы.

Итоговый контроль проводится по всему курсу с целью выявить степень усвоения данного курса и помочь обучающимся усвоить систему и структуру учебного материала, выделить существенное и главное, понять взаимосвязь между отдельными частями курса. Данный вид контроля используется в виде каждого раздела курса, а также в конце всего курса по полному плану с возможностью вариантного и дифференцированного подхода.

Таким образом, контроль выполняет функцию «обратной связи» между преподавателем и обучающимися, позволяет оценивать динамику усвоения учебного материала, действительный уровень знаний, умений и навыков, и на основе этого анализа позволяет вносить соответствующие коррективы в организацию учебного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сластенин, В. А. Педагогика : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов ; под ред. В. А. Сластенина. – М. : Изд-ий центр «Академия», 2002. – 576 с.
2. Подласый, И. П. Педагогика. Новый курс : учебник для студ. выс. учебных заведений : в 2 кн. / И. П. Подласый – М. : 2002. – Кн. 1 : Общие основы. Процесс обучения. – 576 с.

М. М. БАРКОВСКАЯ, О. Ф. САВЧУК
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В развитии университетского образования проявляется тенденция роста доли самостоятельной работы студентов и смещение акцента с преподавания на учение. В связи с этим одной из главных задач высшей школы на сегодняшний день является обеспечение перехода от обучения к учению, а затем – от самостоятельной учебной деятельности к постоянной потребности в самообразовании и самореализации. Успех будет зависеть от правильного применения и комбинирования разных форм и методов обучения, методик преподавания, а также от эффективных форм организации самостоятельной работы студентов [1; 2]. В этом направлении особую актуальность приобретает организация управляемой самостоятельной работы студентов.

На кафедре физики Брестского государственного технического университета важной составной частью образовательного процесса является управляемая самостоятельная работа студентов, основные задачи которой – развитие творческих способностей будущих инженеров-специалистов, а также воспитание сознательного отношения самих студентов к овладению теоретическими и практическими знаниями, привитие навыков самостоятельного получения знаний. Для ее успешного осуществления необходимы планирование и контроль со стороны преподавателей, а также доступность и качество научно-методического и материально-технического обеспечения, что в совокупности только усиливает практическую направленность обучения.

В качестве управляемой самостоятельной работы студентов рассмотрим выполнение студентами на кафедре физики расчетно-графической работы по общетехнической дисциплине «Физика», поскольку она относится к циклу естественнонаучных дисциплин (государственный компонент) и является необходимой базой для успешного изучения будущим специалистом-инженером последующих специальных дисциплин.

Преподавателями кафедры в начале семестра продумываются и составляются задания для управляемой самостоятельной работы студентов, исходя из требований учебных программ для каждой из специальностей. Так, расчетно-графическая работа представляет собой комплексную задачу, в которой на едином графическом и словесном материале рассматривается весь комплекс взаимодействия идей и представлений отдельной темы дисциплины, что позволяет уменьшить время на усвоение ее содержания [3]. Кроме того, решение таких комплексных задач позволяет проверить научно-теоретические положения отдельных явлений и законов, способствует более глубокому их пониманию, а также развивает наблюдательность, внимание, память у студентов.

Следует отметить, что при составлении заданий для управляемой самостоятельной работы по физике преподаватель предусматривает возрастание их сложности. Так, например, сначала студенту предлагается выполнить задания задачи, в которой применяется упрощенная модель физических процессов. Для ее решения студенту достаточно знаний по изученному учебному материалу на уровне узнавания. Затем преподаватель усложняет задачу, вводя в нее новые параметры и переменные, и тем самым у решающих ее студентов формируются компетенции на уровне воспроизведения. И только после этого преподаватель предлагает студенту решить задачу повышенной сложности, тем самым формируя у него компетенции на уровне применения полученных знаний. Кроме этого, в отличие от других учебных занятий, студент сам ставит себе цель, для достижения которой выбирает себе задание и вид работы.

При этом создаются такие условия, при которых воспитывается культура самостоятельной деятельности студентов. Активизация управляемой самостоятельной работы студентов происходит обычно на практическом или лекционном занятиях, на которых преподаватель проводит вводную консультацию, а также устанавливает сроки и форму представления полученных результатов. В начале занятия каждому студенту выдается индивидуальное задание, состоящее из условия комплексной задачи, рисунка и таблицы с численными значениями (поливариантность достигается путем варьирования графического и численного материала). Во время проведения занятия происходит диалог между преподавателем и студентами. Так, преподаватель акцентирует внимание студентов на научно-теоретических положениях (формулировке, формуле и др.) явлений и законов, встречающихся в решении задачи, показывает общий ход решения. В свою очередь студенты, основываясь на действиях преподавателя, выполняют задание согласно своему варианту. При необходимости они могут консультироваться с преподавателем или с товарищами и обсуждать возникшие вопросы. Дальнейшее выполнение расчетно-графической работы происходит уже во внеаудиторное время.

Таким образом, в течение всего занятия студенты активно вовлекаются в процесс решения и обсуждения комплексной задачи, выполняется совместная деятельность преподавателей и студентов, в результате которой у студентов формируется познавательная деятельность с целью положительной учебной мотивации.

Одним из основных условий эффективной самостоятельной работы студентов является формирование у них устойчивой мотивации к учебной деятельности, проявляющейся в понимании ими полезности выполняемой работы. Следовательно, необходимо психологически настроить студента на результат, раскрыть ему важность выполняемой работы не только для профессиональной подготовки, но и для всестороннего развития личности. В этом случае очень эффективна дальняя мотивация, обусловленная перспективами дальнейшей профессиональной деятельности.

Кроме того, важным аспектом проведения управляемой самостоятельной работы является доступность учебно-методических и учебных материалов. В целях повышения эффективности подготовки студентов к самостоятельной деятельности преподавателями кафедры физики разрабатываются и издаются такие учебно-методические материалы, как сборники задач, учебные пособия, методические указания и др. [3]. В них содержатся основные идеи и концепции решения задач, вопросы для самоконтроля, проверочные тесты, контрольные задания, а также рекомендации по срокам и качеству усвоения материала с указанием учебных и научных изданий.

Контроль управляемой самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуются как единство двух форм: самоконтроль и самооценка студента, с одной стороны, и контроль и оценка со стороны преподавателя, с другой стороны. Критериями оценки результатов управляемой самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями; уровень самостоятельности при выполнении работы [2].

Таким образом, педагогическая ценность управляемой самостоятельной работы студентов заключается в обеспечении активной познавательной деятельности каждого студента, ее максимальной индивидуализации с учетом психофизиологических особенностей и академической успеваемости. При этом преследуется цель максимально содействовать развитию индивидуальности студента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубаник, А. Роль самостоятельной работы студентов в их познавательной деятельности / А. Рубаник, Г. Большакова, Н. Тельных // Высшее образование в России. – 2005. – № 6. – С. 120–127.
2. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки : учеб.-метод. пособие / А. В. Меренков [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 80 с.
3. Барковская, М. М. Физика I. Методические рекомендации для практических занятий по физике с индивидуальными заданиями / М. М. Барковская, А. А. Гладышук, О. Ф. Савчук. – Брест : БрГТУ, 2019. – 62 с.

А. Л. ГОЛОЗУБОВ

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

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Активное использование металлических конструкций в строительстве промышленных зданий и сооружений началось во 2-ой половине XIX ст. В это время стали развиваться металлургическая промышленность, производство профильного проката, включающее заклепочные, болтовые и сварочные соединения узлов и деталей, что способствовало созданию металлических конструкций различных систем. Большой вклад в развитие металлических конструкций внесли видные ученые и инженеры того времени: Н. А. Белелюбский, Л. Г. Проскураков, Е. О. Патон, И. П. Прокофьев, М. М. Жербин и др. Сетчатые своды, своды двойной кривизны, арочные фермы, нефтяные барки, резервуары разработаны чуть позже академиком В. Г. Шуховым. [1; 2]

В настоящее время основным направлением исследований в области металлических конструкций является создание новых, более жестких схем мобильных и материалоемких сооружений, учитывающих высокие эксплуатационные требования. Совершенствование металлических конструкций характеризуется широким применением сталей повышенной и высокой прочности, новыми рациональными профилями проката, введением автоматизированного производства на заводах металлоконструкций [2]. Для решения поставленных задач учёные и специалисты используют свои компетенции в области информационных и междисциплинарных технологий.

В нашей стране в целях обеспечения концентрации государственных ресурсов на реализации наиболее важных и значимых направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Указом Президента Республики Беларусь 7 мая 2020 г. № 156 утверждены приоритетные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы. Третье направление – «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование» – включает новые строительные материалы и конструкции.

Один из основных принципов проектирования строительных конструкций является экономическая целесообразность принимаемых решений. Строительные металлические конструкции должны быть экономичными по расходу и стоимости материала, а также трудоемкости изготовления и монтажа. В то же время металлоконструкции должны быть прочными и долговечными [1; 2]. Примирить эти противоречивые требования – задача проектировщика или конструктора. Такая задача достаточно точно решается путем сравнения вариантов и выбора наиболее оптимального по заданному экономическому критерию.

Дисциплина «Металлические конструкции» в соответствии со стандартом образования обеспечивает специальную подготовку педагогов-инженеров строительного профиля и является одной из ведущих дисциплин, формирующих инженерный подход к пониманию принципов работы конструктивных систем зданий и сооружений и развивающей навыки конструирования и расчета строительных металлических конструкций. Преподавание дисциплины ставит своей целью получение студентами знаний, необходимых для понимания работы конструктивных элементов и систем, развития навыков инженерного анализа, конструирования и расчета строительных металлических конструкций, подготовки их к профессиональной деятельности в области проектирования металлических конструкций.

Проектирование металлических конструкций – это трудоемкий процесс, требующий высокой квалификации инженера в области металлических конструкций. Для облегчения работы, связанной с проведением многочисленных расчетов и построения графиков, удобнее пользоваться специальными программами, позволяющими существенно упростить этот процесс. На предприятиях, специализирующихся на производстве металлоконструкций, для определения требуемых параметров профилей используется дорогостоящее лицензионное программное обеспечение (Metalcalc, sopromat.org, desktop-программа «Ферма» и др.), требующее наличия профильного образования и навыков работы с конкретным программным комплексом.

Но для выполнения оригинальных расчетов, в том числе в условиях высшей школы, будущему инженеру-строителю необходимо не только уметь рассчитать конструкцию, но и понимать, почему используются именно эти методики и какова их физическая сущность.

Использование современных программных продуктов наряду с бесспорными преимуществами имеет и целый ряд недостатков, которые не позволяют использовать их для подготовки проектантов.

Использование современных программных продуктов вполне оправдано при работе с ними подготовленных специалистов, хорошо понимающих и знающих специфику проектирования, например, металлических конструкций (ферм). Неподготовленному человеку (студенту) достаточно сложно понять при работе с таким программным комплексом не только основы проектирования, но и заложенные в основу его работы принципы и алгоритмы. Отсутствие наглядности и прозрачности выполняемых программой действий не позволяет обучаемому не только осознать логику процессов, но и понять смысл производимых операций и методов расчёта. Поэтому процесс работы с используемым программным обеспечением зачастую сводится к вводу данных и получению готовых цифровых значений. При этом совершенно теряется смысл и само понятие проектирования фермы, т. к., по сути, выполняется только цифровой расчёт принятой расчётной схемы.

Предлагаемый нами подход при изучении дисциплины «Металлические конструкции» – использование традиционного метода расчёта усилий в элементах металлической фермы – метода Максвелла-Кремоны в сочетании с проведением расчетов в электронных таблицах.

Совмещение двух этих методов даёт следующие преимущества:

1. Использование метода Максвелла-Кремоны даёт ясную картину и полное представление о работе всех элементов фермы, что позволяет целенаправленно изменять расчётные схемы фермы с целью выбора наиболее подходящего варианта.

2. Расчёты в электронных таблицах исключают возникновение случайных и систематических ошибок, имеют высокую наглядность и прозрачность вычислений на всех этапах расчёта, а также позволяют автоматизировать повторяющиеся расчёты.

3. Возможность проведения вариантного проектирования – за счёт целенаправленного изменения входных параметров.

4. Формирование функциональной грамотности будущего инженера-строителя (владение современными принципами проектирования, методами компоновки и технико-экономического анализа металлических конструкций, формирование навыков конструирования и расчета решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизации проектирования, прикладных компьютерных программ).

Обучение студентов навыкам проектирования ферм с использованием ПК ставит своей целью создание целостной картины, обеспечивающей глубокое понимание принципов проектирования и этапов работы над проектными расчётами, а также усвоение взаимосвязей между различными этапами расчёта и проектирования.

Таким образом, с помощью табличного редактора Microsoft Excel (далее – Excel) можно осуществить (автоматизировать) расчет, исключить ошибочные решения, выбрать оптимальный вариант покрытия и площади сечения элементов металлической фермы, ввести дополнительные формы контроля в алгоритм расчёта на любом этапе работ [1; 3].

Выводы:

1. Использование возможностей новых информационных технологий необходимо вести в тесной связи с ранее разработанными традиционными методиками.

2. Применение информационных технологий не должно вступать в противоречие с ранее разработанными методиками (не заменять их), а упрощать понимание и повышать их эффективность.

3. Совместное использование новых и традиционных подходов в образовании будет способствовать развитию творческих способностей студентов, углублению теоретических знаний и закреплению практических навыков при изучении технических дисциплин.

4. Предложенные в работе подходы (использование известных методик в новом качестве) могут быть применены как в сфере образования (при подготовке инженеров-строителей), так и в строительной сфере при проектировании лёгких металлических ферм и проведении проверочных расчётов.

5. Внедрение разработанной методики в учебный процесс УО МГПУ им. И. П. Шамякина позволяет студентам (будущим инженерам-строителям) значительно сократить время на выполнение курсового проекта, исключить механические ошибки, сформировать навык конструирования и расчета решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленя, Е. И. Металлические конструкции. Общий курс : учеб. для вузов / Е. И. Беленя [и др.] ; под общей ред. Е. И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 560 с.

2. Горев, В. В. Металлические конструкции : учеб. для строит. Вузов : в 3 т. / В. В. Горев [и др.] ; под ред. В. В. Горева. – М. : Высш. шк., 1997. – 527 с.

3. Джелен, А. Сводные таблицы в Microsoft Excel / Джелен, Александер Билл. – М. : Вильямс, 2012. – 320 с.

С. А. ГУМИНСКИЙ,¹ И. Н. КОВАЛЬЧУК²

¹Мозырское отделение выездного обучения филиала МИПКиПК БНТУ (г. Мозырь, Беларусь)

²УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «БУМЕРАНГ» В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРОСЛЫХ

Дополнительное образование взрослых в Республике Беларусь призвано решать задачи обеспечения отраслей экономики профессиональными кадрами требуемого уровня квалификации, способных участвовать в инновационных процессах. Применение интерактивных технологий в системе дополнительного образования взрослых является неотъемлемым условием обеспечения приемлемого уровня знаний, умений, навыков при подготовке и переподготовке специалистов.

Рассмотрим применение технологии интерактивного обучения для профессии «Слесарь по ремонту технологических установок» с уровнем квалификации 3 разряд в Мозырском отделении выездного обучения межотраслевого института повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала Белорусского национального технического университета.

Учебная дисциплина «Техника и технология» позволяет слушателям приобрести необходимые знания по устройству и принципам действия ремонтируемого оборудования, арматуры, по правилам эксплуатации и ремонта технологических установок, что поможет им квалифицированно выполнять свои служебные обязанности. Содержание учебной программы систематически корректируется с учетом внедряемых в отрасли достижений научно-технического прогресса, изменений в содержании и характере труда.

При обучении на практических занятиях по данной дисциплине используем технологию «Бумеранг», описанную Е. С. Шиловой. [1] Данную технологию удобно использовать для закрепления одной или нескольких пройденных тем и систематизации полученных знаний.

Рассмотрим алгоритм реализации технологии интерактивного обучения в специально организованных малых группах слушателей на примере практического занятия по теме «Грузозахватные приспособления».

1. Подготовительный этап. Преподаватель составляет и фиксирует на слайде список тем: 1. Стропы. 2. Захваты. 3. Траверсы.

2. Формирование групп. Преподаватель формирует группы слушателей по 3–5 человек. Распределение по группам происходит на основе входного тестирования. При этом в каждой группе желательно наличие слушателя, уже имеющего опыт работы с грузозахватными приспособлениями, который будет руководителем. Члены группы выбирают название своей команды, связанное с грузоподъемными машинами. Например: «Канат», «Талреп», «Лента».

3. Групповая работа. Каждая группа получает задание: разработать инструкцию по выбору и осмотру различных видов строп и грузозахватных приспособлений. Каждая инструкция должна содержать 3 раздела:

- общие сведения;
- порядок осмотра и браковки;
- требования безопасности.

После получения задания преподаватель на слайде записывает названия групп в виде сводной таблицы.

Таблица. – Сводная таблица

Тема	Название группы	Номер темы			Самооценка	Общая оценка
		1	2	3		
1	Канат	1	0	0	1	2
2	Талреп	1	1	1	1	3
3	Лента	0	1	1	1	2

На составление инструкции дается определенное время.

Слушатели имеют право пользоваться литературой, раздаточным материалом, конспектами.

4. Проведение «Бумеранга». После того как каждая группа составила инструкцию, начинается «Бумеранг». Обмен двумя листами: первый лист – с инструкцией, второй – чистый лист. На нем участники группы записывают краткий анализ полученной инструкции, отмечая недостатки. Процесс обсуждения проводится внутри группы, где слушатели дополняют друг друга, исправляют неточности или ошибки. Каждая группа на полученном листе указывает свое название и закрывает написанный текст, чтобы другие команды его не увидели. Обмен двумя листами между группами происходит одновременно по схеме, представленной на рисунке.

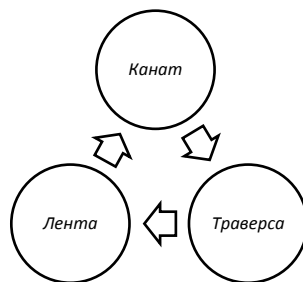


Рисунок – Схема обмена между группами

На этапе обсуждения пользоваться дополнительными источниками информации запрещается.

На написание ответов по усмотрению преподавателя отводится определенное время. По истечении времени преподаватель дает команду «Закончить работу». Слушатели в течение 30 секунд заканчивают работу и передают два листа другой группе. По команде преподавателя слушатели приступают к анализу инструкции, составленной другой группой аналогичным образом.

Проведение «Бумеранга» заканчивается тогда, когда группа получает свою инструкцию с листом замечаний.

5. Подведение итогов. Преподаватель знакомит слушателей с правилами оценивания письменных ответов участников других групп. Удобна следующая система оценивания: за каждый правильный ответ группа получает 1 балл, за неправильный – 0 баллов. Каждая группа одновременно проверяет письменные ответы участников других двух групп, оценивает ответы, выставляет баллы в сводной таблице.

После проверки письменных ответов по своей теме «руководители» каждой группы оглашают результаты письменных ответов всех групп и выставляют баллы в сводную таблицу, представленную на слайде. Участники групп оценивают собственные ответы по 2 вопросам и выставляют отметку в графе «Самооценка».

Чтобы выставить общую оценку, надо сложить все полученные баллы за 2 темы и балл, поставленный в графе «Самооценка».

После выставления общей оценки проводится обсуждение с указанием допущенных ошибок, заслушиваются выступления «руководителей» групп, которые дают правильные ответы на вопросы, вызвавшие затруднения.

Использование технологии обучения в группах дает превосходные результаты: после проведения таких занятий все слушатели показывают положительный результат на индивидуальном тестировании.

ЛИТЕРАТУРА

Шилова, Е. С. Особенности контроля и оценивания результатов обучения слушателей переподготовки по специальности «Педагогическая деятельность специалистов» [Электронный ресурс] / Е. С. Шилова // Мастерство online. – Режим доступа: <http://ripo.unibel.by/index.php?id=1994>. – Дата доступа: 16.05.2020.

Н. Н. ЕГОРОВ

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

ИЗУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В MS EXCEL

С явлением теплопроводности каждый человек встречается с самого детства. В дальнейшем наши представления о нем углубляются, расширяются в профессиональной деятельности: строительство, машиностроение, энергетика и приборостроение, климатология и экология и т.д. Вопросы теплопередачи рассматриваются в статистической физике и термодинамике, оптике, теплотехнике и гидравлике. При этом можно выделить три основных способа теплопередачи:

- 1) теплопроводность;
- 2) тепломассоперенос;
- 3) излучение.

Известно [1], что явления теплопроводности описываются дифференциальным уравнением в частных производных параболического типа:

$$c(x, y, z, t)\rho(x, y, z, t)\frac{\partial T(x, y, z, t)}{\partial t} = \operatorname{div}(\lambda(x, y, z, t)\operatorname{grad}T(x, y, z, t)) + P(x, y, z, t),$$

где c – теплоемкость, ρ – плотность, T – температура, λ – коэффициент теплопроводности, P – мощность внутренних источников тепла. В случае изотропной среды без внутренних источников энергии в приближении слабой температурной зависимости параметров среды конечно разностная задача теплопроводности в зависимости от выбранного шаблона [2] может быть аппроксимирована явной

$$T_{i,j,k}^{l+1} = T_{i,j,k}^l + \tau\alpha \left(\frac{T_{i-1,j,k}^l - 2T_{i,j,k}^l + T_{i+1,j,k}^l}{h_x^2} + \frac{T_{i,j-1,k}^l - 2T_{i,j,k}^l + T_{i,j+1,k}^l}{h_y^2} + \frac{T_{i,j,k-1}^l - 2T_{i,j,k}^l + T_{i,j,k+1}^l}{h_z^2} \right)$$

или неявной

$$T_{i,j,k}^{l+1} - \tau \alpha \left(\frac{T_{i-1,j,k}^{l+1} - 2T_{i,j,k}^{l+1} + T_{i+1,j,k}^{l+1}}{h_x^2} + \frac{T_{i,j-1,k}^{l+1} - 2T_{i,j,k}^{l+1} + T_{i,j+1,k}^{l+1}}{h_y^2} + \frac{T_{i,j,k-1}^{l+1} - 2T_{i,j,k}^{l+1} + T_{i,j,k+1}^{l+1}}{h_z^2} \right) = T_{i,j,k}^l$$

системами линейных алгебраических уравнений. Здесь $i = \overline{0, I}$ – индексы узлов по оси Ox , $j = \overline{0, J}$ – вдоль оси Oy , $k = \overline{0, K}$ – вдоль оси Oz , $l = \overline{0, L}$ – характеризует номер выбранного временного слоя, τ – временной шаг, h_x, h_y, h_z – шаги сетки по соответствующим осям, α – коэффициент теплопроводности.

Три пространственных индекса в рассматриваемых системах (временной индекс воспринимается и интерпретируется студентами достаточно хорошо) затрудняют восприятие приведенных систем как систем линейных алгебраических уравнений. В случае прямоугольной области облегчает задачу переход от «трехиндексных» температур к «одноиндексным»

$$\alpha = i + (I + 1)j + (I + 1)(J + 1)k,$$

если нумерацию выполнять послойно [3].

Для однозначного численного решения задачи ее необходимо дополнить начальными и граничными условиями. В общем случае выделяют четыре типа дополнительных условий [4]. Выбор соответствующих условий позволяет с помощью одной и той же системы уравнений решать совершенно разные физические задачи теплопроводности.

Одной из наиболее сложных проблем численной реализации решения являются геометрические размеры исследуемой области, в результате чего шаги по разным координатным направлениям приходится брать различными. Кроме того, сам выбор шага является неоднозначным с позиции исследования сходимости конечно разностной задачи. Наилучшим выходом является перемасштабирование задачи. Для этого следует выбрать характерные размеры геометрии задачи, диапазон изменения температуры, временной интервал поиска решения. Например, для одномерной нестационарной задачи теплопроводности можно ввести замену переменных

$$T = T_0 \Theta, \quad x = l_0 x, \quad t = t_0 t,$$

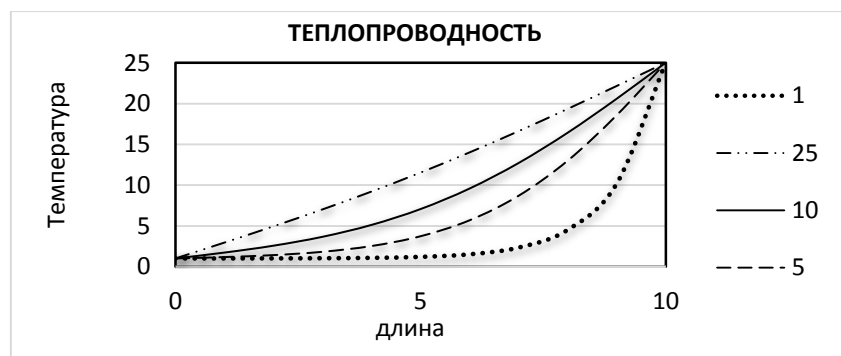
где T_0 – характерная температура среды, в качестве которой можно выбрать минимальную или максимальную температуры тела; l_0 – размер рассматриваемого тела, t_0 – некоторый интервал времени, величину которого для неявной схемы можно выбрать из условия

$$t_0 = \frac{l_0^2 h^2}{\alpha \tau}.$$

Величины Θ, x и t являются безразмерными, причем $x \in [0, 1]$. Таким образом, все задачи теплопроводности можно свести к решению одной и той же системы линейных алгебраических уравнений. Отличие будет состоять только в интерпретации получаемых решений. Например для некоторых веществ при $l_0 = 0,1$ м и $h = 0,1$ величина $\tau = 0,01$ приведена в таблице.

Материал	$\alpha, \text{ м}^2/\text{с}$	$t_0, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$
Воздух	$2,20 \cdot 10^{-5}$	455	4,55
Вода	$1,43 \cdot 10^{-7}$	69900	699
Железо	$2,00 \cdot 10^{-5}$	500	5,00
Серебро	$1,69 \cdot 10^{-4}$	59,2	0,592

При использовании встроенных средств решения систем линейных алгебраических уравнений в электронных таблицах MS Excel представляем графическое решение задачи теплопроводности в одномерном случае для граничных условий первого рода:



На рисунке длина указана в единицах h , а температура в единицах T_0 . Легенда соответствует временным слоям в единицах τ .

Таким образом, в разных материалах за разное время произойдет выход на стационарный режим распределения температуры по длине материала. Однако качественно решение задачи остается одним и тем же.

Такой подход позволяет сэкономить время на численном решении задачи и освободить время на анализ и обсуждение полученных результатов, что в условиях сокращения сроков обучения и, соответственно, не всегда оправданного сокращения объема аудиторных занятий является хорошим подспорьем в подготовке будущих специалистов в области компьютерного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарский, А. А. Вычислительная теплопередача // А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. – М. ; Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
2. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учеб. пособие. / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев – 4-е изд., испр. – СПб. : Изд-во «Лань», 2015. – 448 с.
3. Ильин, В. П. Численные методы решения задач электрооптики / В. П. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1974. – 203 с.
4. Крайнов, А. Ю. Основы теплопередачи. Теплопередача через слой вещества : учеб. пособие / А. Ю. Крайнов. – Томск : STT, 2016. – 48 с.

В. М. ЗАВАДСКАЯ, С. И. КЛИНЦЕВИЧ

УО ГрГМУ (г. Гродно, Беларусь)

СЛОЖНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Физика как важнейшая область естествознания нужна будущему врачу для формирования базовых представлений о функционировании основных систем организма человека и для осмысленного применения этих представлений в будущей врачебной деятельности. Возросшие требования к качеству медицинской помощи и совершенствование медицинских технологий всё в большей мере основываются на идеях и открытиях естественных наук путем переноса их в медицинскую среду. Врач не сможет квалифицированно обращаться со сложнейшим лечебным и диагностическим оборудованием, которым укомплектованы современные и высокотехнологические клиники, не зная физических законов. Пути развития физики и медицины всегда были переплетены между собой. Уже в древности медицина изучала и использовала многие физические факторы, такие как механические воздействия, тепло, холод, звук, свет и др. [1].

Преподавание физики в медицинском учреждении высшего образования сопряжено с рядом проблем, связанных с модернизацией высшего профессионального медицинского образования, среди которых можно выделить три проблемы.

Первая проблема связана с недостаточным количеством часов для качественного усвоения знаний. На медицинскую и биологическую физику отводится всего 168 часов, что на 55 % меньше, чем было раньше (до 2013 года). Данное количество часов не позволяет в полной мере раскрыть всю суть физических явлений, так как объем материала остается прежним, а количество часов уменьшилось. И, как результат, студент на выходе в лучшем случае получает поверхностные знания о физических явлениях и их связи с медициной.

Вторая проблема связана с низким уровнем успеваемости по физике. Во-первых, низкий уровень успеваемости связан с сокращением количества часов на изучение медицинской и биологической физики. Во-вторых, проблема освоения учебного материала по физике начинается еще со школьной скамьи. В медицинское учреждение высшего образования приходят студенты, которые практически не знают физики: элементарных формул, определений, не понимают смысла физических явлений. Это результат того, что основная часть будущих студентов – выпускники химико-биологических классов, в которых делается упор только на изучение профильных предметов, по которым будущие студенты-медики сдают централизованное тестирование (химия и биология), но при этом упускают физику и математику. К тому же из программы учреждения высшего образования по медицинской

и биологической физике убрали основы высшей математики. А раскрыть сущность многих физических явлений без дифференциального и интегрального исчисления практически невозможно. Таким образом, студенты 1 курса сразу сталкиваются с проблемой при изучении медицинской и биологической физики, связанной с низким уровнем остаточных знаний по физике, а также с отсутствием знаний об интегральном и дифференциальном исчислении.

Третья проблема связана с низким уровнем мотивации студентов при изучении физики. Недостаточное количество часов для качественного усвоения знаний, низкий уровень успеваемости приводят к снижению мотивации у большинства студентов. Для них физика оказывается очень сложным и на первый взгляд ненужным предметом.

Рассмотрим пути преодоления указанных проблем.

Для решения проблемы недостатка аудиторных часов на качественное изучение физики необходимо внедрить в учебный процесс самообразование как особый вид познавательной деятельности студентов. Следует отметить, что в настоящее время самообразование осуществляется в ходе самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины (70 % информации студент должен изучать самостоятельно). Студенты, как правило, испытывают затруднения в организации и реализации своей самообразовательной деятельности. Чтобы получить хороший результат, необходимо много работать самостоятельно. Самообразование предполагает наличие положительной мотивационной активности; проявление значительных волевых усилий; наличие целеустремленности и самоорганизованности; достижение высокого уровня интеллектуального развития; сформированность определенной совокупности познавательных умений; достижение высокой самостоятельности; наличие адекватного уровня самооценки [2].

Рассматривая университетское образование и самообразование студентов как составляющие системы подготовки специалистов, можно говорить об инновационном характере управления данной системой на всех её уровнях. Взаимосвязь образования и самообразования в системе университетской подготовки специалистов позволяет качественно изменить стратегию и тактику планирования, организации и контроля всей системы аудиторной и внеаудиторной деятельности студентов и качественно решить основные задачи высшего образования [3].

Для повышения уровня успеваемости студентов по физике необходимо организовать диагностику остаточных знаний и умений студентов. С учетом полученных результатов можно выстроить индивидуальную траекторию обучения и включить ее в общий учебный процесс. Диагностический характер контроля предполагает не столько определение объективной оценки достижений обучающихся, сколько выявление слабых сторон, причин низких результатов с целью корректировки учебного процесса [4].

Проблема низкого уровня мотивации при изучении физики может быть решена различными способами. Во-первых, необходимо больше внимания уделять вопросу применения полученных знаний по физике в будущей профессии. Во-вторых, необходимо методически разнообразить организацию учебного процесса. При организации учебных занятий желательно использовать продуктивные и интерактивные методы обучения, позволяющие организовать взаимодействие всех участников учебного процесса и направить их деятельность на самостоятельное освоение учебного материала через решение проблемных ситуаций, через ролевые игры, через проектную деятельность и т. д.

Таким образом, существует три основные проблемы в процессе организации учебного процесса по физике в медицинских учреждениях высшего образования: недостаток часов на изучение физики, низкий уровень успеваемости и мотивации при изучении физики. Для преодоления указанных трудностей необходимо применить комплекс мер. В первую очередь необходимо уделить внимание процессу самообразования студентов, разработать соответствующее методическое обеспечение. Важным также является внедрение личностно ориентированного подхода в процессе обучения физике, повышение методического уровня подготовки занятий путем использования современных методик и педагогических технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муслов, С. А. К вопросу об изучении физики в медицинском вузе / С. А. Муслов // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 1. – с. 77–78.
2. Сагитова, Р. Р. Формирование самообразовательной компетенции студентов вуза в контексте новой парадигмы образования / Р. Р. Сагитова // Казанский педагогический журнал. – 2010. – № 4. – с. 27–34.

3. Казаренков, В. И. Самообразование в системе подготовки специалистов в высшей школе / В. И. Казаренков, Т. Б. Казаренкова // Вестник РУДН. Сер. психология и педагогика – 2012. – № 2. – С. 106–111.

4. Бортник, Б. И. Физика для всех: особенности преподавания дисциплины студентам непрофильных направлений подготовки [Электронный ресурс] / Б. И. Бортник, Н. Ю. Стожко, Н. П. Судакова // Интернет-журнал «Мир науки». – 2018. – Т. 6. – № 5 <https://mir-nauki.com/62pdmn518.html>, свободный.

Т. В. КАРПИНСКАЯ

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

РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ»

Актуальность разработки и применения качественного учебно-методического обеспечения продиктована, прежде всего, педагогическими потребностями в повышении эффективности обучения, в частности, потребностью формирования навыков самостоятельной учебной деятельности, исследовательского, креативного подхода в обучении, формирования критического мышления и новой культуры.

Методика изучения дисциплины построена на последовательном изучении ее путем чтения лекций, а также проведения лабораторных занятий, выполнения практических заданий, самостоятельной работы с литературой, учебно-программной документацией и самостоятельной работы студентов по определенным направлениям.

Результат обучения в значительной степени определяют ресурсы и их качественные характеристики.

К ресурсам любого образовательного процесса можно отнести: материально-техническую базу, педагогические кадры, финансы, временные ресурсы, нормативно-правовое, учебно-методическое и информационное обеспечение.

Одним из неотъемлемых условий эффективной реализации образовательного стандарта является надлежащее учебно-методическое и информационное обеспечение. Учебно-методическое обеспечение является инструментом организации и поддержки учебного процесса, оно дает достаточно полное представление как об объеме содержания обучения, подлежащего усвоению, так и о способах построения учебного процесса.

В рамках нашего исследования экспериментальная методика предполагает применение методов, которые обеспечивают максимальную активизацию самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов. В качестве приоритетных были выбраны такие методы, как словесные (проблемная лекция, лекция-дискуссия по проблемным вопросам или ситуациям); практические (творческие задания по методике производственного обучения, выполняемые студентами с использованием инновационных технологий; проектирование и методическое решение педагогических ситуаций и задач; демонстрация и тренинг исследовательских навыков); поисково-исследовательские (самостоятельный поиск, исследование студентами изучаемых проблем и явлений).

Для организации процесса формирования профессиональных компетенций педагога-инженера нами разработан учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «Методика производственного обучения», который представляет собой комплекс систематизированных учебных и методических материалов. Исходными документами для разработки УМК являются образовательный стандарт, учебный план и учебная программа.

УМК способствует осознанию студентами целостной картины дисциплины «Методика производственного обучения», позволяет обеспечить самостоятельное усвоение материала, индивидуализировать обучение, совершенствовать контроль и самоконтроль, повысить результативность учебного процесса. УМК направлен на обеспечение принципиально нового проектирования учебного процесса и организацию целостности системы учебно-предметной деятельности по «Методике производственного обучения», что является одним из важных направлений стратегических инноваций

в образовании. В этом контексте организация изучения дисциплины на основе УМК предполагает продуктивную учебную деятельность, позволяющую сформировать профессиональные компетенции будущих специалистов, обеспечить развитие познавательных и созидательных способностей личности, перенести акцент с обучения на учение.

УМК по дисциплине «Методика производственного обучения» включает следующие разделы: теоретический, практический, контроля знаний, вспомогательный.

Материалы теоретического раздела представлены курсом лекций всех тем учебного материала, установленного объемом учебной дисциплины. Система излагаемого материала ориентирована на доступность освещения вопросов формирования знаний о дидактических закономерностях и принципах производственного обучения; профессиональных умений в проектировании, проведении и анализе эффективности уроков производственного обучения в учреждениях профессионально-технического образования и в условиях производства; умений учёта и контроля результатов процесса производственного обучения; формирование у студентов необходимых компетенций и их освоение.

Практический раздел содержит материалы для организации и проведения лабораторных и практических занятий и представлен методическими рекомендациями, которые позволяют организовать самостоятельную продуктивную деятельность студентов и обеспечивают формирование необходимых знаний, умений и навыков по методике производственного обучения, формирование профессиональных компетенций педагога-инженера.

Раздел контроля знаний включает тестовые задания для промежуточной аттестации студентов и перечень вопросов для подготовки к экзамену (зачету). Задания для текущего контроля знаний обучающихся представлены в виде тестов по всем темам, содержат значительное число вариантов для обеспечения объективности контроля. Экзаменационные вопросы для итоговой аттестации охватывают весь материал, изучаемый студентами на протяжении всего курса.

Вспомогательный раздел содержит учебную программу, видеоматериалы по отдельным вопросам лекционного и лабораторного курса. Содержание учебной программы соответствует учебному плану и действующему образовательному стандарту высшего образования I ступени подготовки специалистов, устанавливает базовые знания, необходимые для получения профессиональных умений и навыков, обеспечивает реализацию межпредметных связей общепрофессиональных дисциплин.

В настоящее время со стремительным нарастанием объема информации использование в педагогической практике традиционных бумажных носителей информации не позволяет в полной мере реализовать полноценную подготовку специалистов. Предоставление материала в презентационной форме дает возможность стимулировать предметно-образную память учащихся, познавательную и творческую их активность, позволяя увеличить коэффициент усваиваемого учебного материала, повышая интерес обучаемых. Актуальность применения электронного методического обеспечения продиктована прежде всего педагогическими потребностями в повышении эффективности развивающегося обучения, в частности, потребностью формирования навыков самостоятельной учебной деятельности, исследовательского, креативного подхода в обучении, формирования критического мышления и новой культуры [1].

Принципиально новые педагогические инструменты создает внедрение в процесс обучения ЭУМК, предоставляя, тем самым, и новые возможности. ЭУМК представляет собой мультимедиапродукт учебного назначения, обеспечивающий непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения и содержащий организационные и систематизированные теоретические, практические, контролируемые материалы, построенные на принципах интерактивности, информационной открытости, дистанционности и формализованности процедур оценки знаний. При использовании ЭУМК изменяются функции педагога, значительно расширяется сектор самостоятельной учебной работы студентов как неотъемлемой части учебного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

Использование электронных образовательных ресурсов нового поколения в учебном процессе : научно-метод. материалы / Г. А. Бордовский [и др.]. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. – 31 с.

И. Н. КОВАЛЬЧУК, А. У. ГУЛАК
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В условиях расширения компетентностных требований к выпускникам учреждений среднего специального образования (УССО) необходимы новые подходы к организации их профессиональной подготовки. Считаем, что применение технологии мультимодального обучения обеспечит качественную подготовку специалистов, соответствующую новым требованиям.

Мультимодальное обучение предполагает использование в образовательном процессе более чем одного органа чувств одновременно. Ученые утверждают, что информация запоминается наиболее оптимально, если при ее восприятии задействованы несколько органов чувств. И чем больше каналов задействуется в образовательном процессе (зрительный, слуховой, тактильный, кинетический, обонятельный), тем эффективнее усвоение учебного материала. Следовательно, комплексное решение образовательных и развивающих задач должно осуществляться за счет воздействия не только на память и интеллект, но и на чувства и эмоции.

В основе мультимодального обучения лежит концепция объединения технологий классно-урочной системы и технологий электронного обучения, базирующаяся на новых дидактических возможностях информационных и коммуникативных технологий.

Разработан алгоритм реализации технологии мультимодального образования при подготовке общепрофессиональным дисциплинам, который включает в себя следующие этапы:

- постановка целей и задач,
- планирование образовательного процесса,
- определение специфики контингента учащихся (определение психофизиологических черт),
- выбор подходящей технологии,
- обеспечение реализации технологии мультимодального обучения,
- контроль, оценивание и анализ результатов обучения.

Рассмотрим подробнее реализацию данного алгоритма.

После определения цели и задач необходимо выполнить планирование образовательного процесса. Планирование осуществляется при помощи учебной программы по дисциплине и календаря. Основной принцип, используемый при планировании, – это планирование «от результата». Прежде всего, преподаватель должен определить, какие результаты он ждет после завершения изучения определенного фрагмента курса.

Определение специфики контингента учащихся. Учащиеся, которые поступают в УССО, имеют различные психофизиологические особенности, поэтому для определения специфики контингента учащихся их ведущего канала восприятия информации нами используются: тест для определения ведущей модальности Б. А. Левиса, Ф. Пукелика; тест диагностики доминирующей перцептивной модальности С. Ефимцева и др.

По результатам проведенного тестирования определяют количество типов учащихся с определенными каналами восприятия информации (модальностями) и формируются группы учащихся: «аудиалы» – люди, которые воспринимают большую часть информации через слух; «визуалы» – люди, которые «видят» окружающий их мир, воспринимают большую часть поступающей им информации с помощью зрения; «кинестетики» – люди, которые «чувствуют» окружающий их мир и большую часть информации воспринимают через тактильную и двигательную системы; учащиеся с преобладающей модальностью «чтение и письмо».

Выбор оптимальной технологии обучения осуществляется на основе анализа следующих факторов:

- психофизиологических черт учащихся (особенностей восприятия информации);
- возможности пространственной организации образовательного процесса (наличие больших помещений, позволяющих зонирование, либо наличие дополнительных помещений);
- уровня компетентности в области информационных и коммуникативных технологий и готовности преподавателя к работе в экспериментальном режиме.

Определены основные технологии, которые возможно использовать при обучении общепрофессиональным дисциплинам:

- технология «Перевернутый класс»;
- технология «Автономная группа»;

- технология «Смена рабочих зон»;
- технология «Ротация станций».

Технология «Перевернутый класс» – это самая простая технология для реализации, но не всегда «перевернутый класс» отвечает стандартам мультимодального обучения. В этой технологии учащиеся дома работают в учебной онлайн-среде, знакомясь с новым материалом или закрепляя изучаемый материал. Таким образом, на уроке освобождается время для закрепления изученного материала и актуализации полученных знаний. Эта технология позволяет уйти от фронтальной работы на занятии и дифференцировать (или даже индивидуализировать) образовательный процесс.

Технология «Автономная группа» используется в том случае, если учащиеся в группе сильно различаются по своим психологическим особенностям и предполагает деление учащихся на группы. В одной из групп основное обучение ведется с помощью электронных образовательных ресурсов, а преподаватель выполняет роль консультанта, группового или индивидуального. В другой группе – основное обучение ведется в традиционной форме, а компонент обучения посредством электронных образовательных ресурсов используется для поддержки и отработки навыков.

Технология «Смена рабочих зон» является развитием технологии «Автономная группа», но число групп увеличивается в зависимости от видов учебной деятельности (обучение посредством электронных образовательных ресурсов, групповая самостоятельная работа, индивидуальная самостоятельная работа, работа с преподавателем).

Технология «Ротация станций» требует наличия некоторого количества компьютеров или планшетов в аудитории и умения организовывать групповую работу учащихся. Учащиеся распределяются между тремя группами по видам учебной деятельности. Каждая группа работает в своей части класса на своей станции:

- станция работы с преподавателем;
- станция работы с электронными образовательными ресурсами;
- станция проектной работы.

В течение занятия группы перемещаются между разными станциями так, чтобы побывать на каждой станции. Состав групп от урока к уроку меняется в зависимости от педагогической задачи. Например, одна группа начинает работать под руководством преподавателя, другая занимается онлайн, третья разбивается на малые подгруппы (пары) и работает над небольшими проектами. Затем группы перемещаются на следующую станцию. Количество станций может быть и две: станция работы с преподавателем и станция онлайн-работы. Но не более четырех для оптимальной работы.

Внедрение технологии мультимодального обучения по разработанному алгоритму на базе УО «Мирский государственный художественный профессионально-технический колледж» при обучении общепрофессиональным дисциплинам по специальности 2-70 02 01-01 «Промышленное и гражданское строительство (производственная деятельность)» показало эффективность. Считаем, что применение мультимодальной технологии в процессе подготовки специалистов в УССО способствует созданию развивающей образовательной среды для овладения профессиональными знаниями и умениями, развитию познавательной мотивации и активности учащихся и повышению качества профессионального образования.

ЛИТЕРАТУРА

Драницына, Е. Г. Алгоритм формирования профессиональных компетенций в рамках модульной технологии в системе СПО / Е. Г. Драницына // Актуальные проблемы современной науки в XXI веке : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Махачкала : Изд-во «Апробация», 2017. – С. 209–211.

М. Л. ЛЕШКЕВИЧ, Г. Н. НЕКРАСОВА

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

ТЕХНОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛОСКОРЕЛЬЕФНОЙ РЕЗЬБЫ ПО ДРЕВЕСИНЕ

Декоративно-прикладное искусство резьбы по древесине, имеющее в Республике Беларусь глубокие традиции, не потеряло своей актуальности и в настоящее время. Резьба по древесине как вид художественной обработки материалов входит составной частью в содержание учебной программы по дисциплине «Художественная обработка древесины» в качестве средства, формирующего практико-ориентированные компетенции, творческие способности и эстетический вкус будущих педагогов-инженеров.

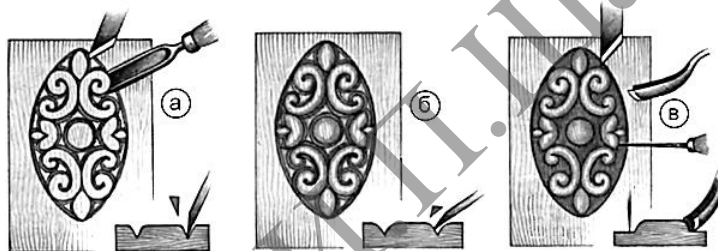
Плоскорельефная резьба является одним из самых распространенных видов резьбы по древесине. Отличительной ее особенностью является орнамент одинаковой высоты. В плоскорельефной резьбе обычно композиции создаются простым узором: геометрические фигуры, листья растений, изображения зверей и птиц. Плоскорельефной резьбой украшают мебель, предметы домашнего обихода, фасады деревянных домов.

Плоскорельефной называется резьба, в которой фигуры изображения, оставаясь в основном плоскими, не только обрисованы выемкой по контуру, но и обработаны по краям, что создает иллюзию рельефа [1]. Существуют три основные разновидности этой резьбы: резьба с заovalенными контурами, заovalенная резьба с подушечным фоном и заovalенная резьба с выбранным фоном.

Резьба с заovalенными контурами – наиболее простая разновидность плоскорельефной резьбы (рисунок 1, а). По технике исполнения она напоминает контурную резьбу. Как правило, со стороны узора выемки режут и заovalивают круче, а со стороны фона – полого.

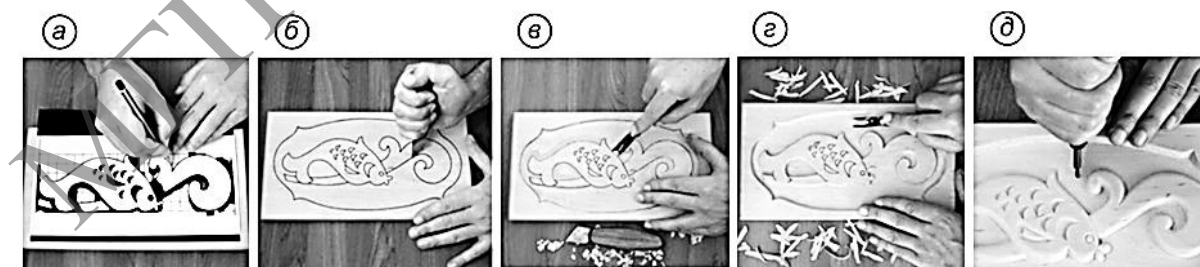
Заovalенная резьба с подушечным фоном похожа на резьбу с заovalенными контурами, но фон ее не остается плоским, иногда он несколько ниже плоскости орнамента (рисунок 1, б). Со стороны фона контур заovalивают отлого, а со стороны рисунка – более круто. В результате плоскость, не занятая рисунком, приобретает мягкий рельеф.

Заovalенная резьба с выбранным фоном имеет заovalенные контуры орнамента, а фон в ней выбран на глубину 5–7 мм так, что орнамент кажется наложенным на ровную плоскость фона (рисунок 1, в). Формы орнамента остаются плоскими, как и фон, края орнамента довольно круто заovalивают к фону. Такая резьба более рельефна и создает большую игру светотени, чем резьба с подушечным фоном, поскольку фон и орнамент находятся в разных плоскостях.



а – заovalенные контуры; б – подушечный фон; в – выбранный фон
Рисунок 1. – Разновидности плоскорельефной резьбы

Несмотря на большое разнообразие приемов обработки элементов плоскорельефной резьбы, ее технология в основном одинакова. Выполнение плоскорельефной резьбы состоит из следующих операций. Сначала делают надрезку рисунка по контуру ножом-косяком, затем производят подрезку контура отлогими стамесками. Фон выбирают с помощью плоской стамески и клюкарзы. Для большей выразительности узора фон иногда чеканят с помощью пуансонов, а затем производится отделка изделия (рисунок 2) [2].



а – копирование рисунка; б – надрезка рисунка по контуру; в – подрезка контура;
г – выборка фона; д – чеканка фона
Рисунок 2. – Этапы выполнения плоскорельефной резьбы с выбранным фоном

При выполнении плоскорельефной резьбы необходимо работать двумя руками, соблюдать правила резания древесины в зависимости от направления ее волокон. Каждый элемент нужно резать точно и чисто, чтобы по максимуму уменьшить шлифование элементов сложной формы в труднодоступных для обработки местах.

Для плоскорельефной резьбы лучше использовать древесные породы средней твердости – бук, березу, дуб, которые позволяют чисто обрабатывать все элементы узора. Упражнения по освоению приемов резьбы рекомендуется выполнять на мягкой древесине (липа, ольха, осина).

Диагностику знаний и умений выполнения плоскорельефной резьбы рекомендуется осуществлять с помощью тестов (таблица 1).

Таблица 1. – Пример тестовых заданий

Содержание вопросов и ответов	Выбор ответа
Как называется резьба, в которой фигуры изображения, оставаясь в основном плоскими, не только обрисованы выемкой по контуру, но и обработаны по краям:	
а) рельефная;	
б) плосковыемчатая;	
в) плоскорельефная;	
г) ажурная?	
На какую глубину выбирают фон в плоскорельефной резьбе с выбранным фоном:	
а) на глубину 2–3 мм;	
б) на глубину 5–7 мм;	
в) на глубину 12–15 мм;	
г) на глубину 20 мм?	
Каковы этапы выполнения плоскорельефной резьбы с выбранным фоном:	
а) накалывание и подрезка;	
б) вертикальная насечка, подрезка и выборка фона;	
в) надрезка рисунка, подрезка контура, выборка фона, заovalивание рисунка;	
г) вертикальная насечка, подрезка, зачистка фона?	
Какие орнаменты наиболее часто используются в плоскорельефной резьбе:	
а) геральдический;	
б) геометрический;	
в) меандр;	
г) зооморфный и растительный?	
Какими инструментами выполняется заovalивание контура рисунка:	
а) отлогой стамеской и клюкарзами;	
б) полукруглой стамеской и церазиками;	
в) ножом-косяком и плоской стамеской;	
г) клюкарзами и церазиками?	

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод:

- плоскорельефная резьба трудоемкая и требует определенных знаний и предварительной практической подготовки к ее выполнению;
- при выполнении плоскорельефной резьбы необходимо соблюдать основные ее этапы и правила резания древесины;
- для эффективной диагностики уровня знаний студентов по основам плоскорельефной резьбы рекомендуется использовать тестовые задания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, А. Ф. Резьба по дереву. Уроки мастерства / А. Ф. Афанасьев. – М. : Культура и традиции, 2003. – 256 с.
2. Лешкевич, М. Л. Технология резьбы по древесине : учеб.-метод. пособие / М. Л. Лешкевич, С. Н. Щур. – Мозырь, 2014. – 256 с.

Л. В. ЛОБАНОК,¹ М. В. ЛОБАНОК²

¹БГАТУ (г. Минск, Беларусь)

²БГУ (г. Минск, Беларусь)

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ КАК МОТИВАЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ В ВУЗАХ

Стереотипом является мнение, что преподаватели Высшей Школы (ВШ) научат студентов решать задачи, с которыми они в дальнейшем столкнутся в своей профессиональной карьере. Однако реальные задачи в основном имеют междисциплинарный характер и возникают в процессе разработки и эксплуатации сложных систем. Подобные задачи требуют новаторских и сложных решений, которые могут быть реализованы при владении знаниями смежных дисциплин. Для решения таких комплексных проблем студентам окажет неоценимую пользу формирование системного мышления, именно оно научит их справляться с поставленными задачами и принимать логически обоснованные решения реальных проблем в сложных системах [1].

На современном этапе развития задачи ВШ подверглись изменению: преподавателям ВШ необходимо дать студентам не только прочные всесторонние знания и многогранные навыки, но и научить постоянно совершенствоваться. Для этого необходимо максимально мотивировать их познавательную деятельность. Высокой мотивации студентов можно добиться, применяя системный подход к изучению дисциплин, постоянно прослеживая межпредметные связи в системе обучения по выбранной специальности. Междисциплинарный подход играет важную роль в повышении качества практической и научно-технической подготовки студентов, развивает логическое мышление, гибкость ума, умение систематизировать и транслировать знания из разных научных дисциплин.

Возможность межпредметных связей физики и математики обусловлена тем, что математика является языком физики и описывает процессы, физическую природу которых мы ещё не интерпретировали. В изучаемых студентами дисциплинах математики и физики изучаются одноименные понятия (векторы, координаты, графики и функции, уравнения и т. д.), а математические средства выражения зависимостей между величинами находят применение при изучении физики. Такое взаимное проникновение знаний и методов имеет не только прикладную значимость, но и создает благоприятные условия для формирования научного мировоззрения.

Одна из наиболее важных характерных черт современной физики состоит в том, что выводы, сделанные из исходных идей, имеют не только качественный, но и количественный характер; чтобы сделать количественные выводы, необходимо использовать математический язык. Уровень развития математического аппарата и возможность дать описание основных черт и свойств объекта на языке математических понятий позволяют построить «математические модели» изучаемого объекта. Данные математические модели уже давно и активно применяются в физике. Физическое моделирование как метод включает в себя: 1) построение, конструирование модели; 2) исследование модели (экспериментальное или мысленное); 3) анализ полученных данных и перенос их на подлинный объект изучения.

Напомним, какие темы физики из школьной программы переплетаются с математическими понятиями: равноускоренное движение (линейная функция, производная функции), движение, взаимодействие тел, электродинамика (прямая и обратная пропорциональная зависимость), электростатика (векторы, действия над векторами), механика (векторы, действия над векторами, метод координат, производная, функция, график функции, уравнения и неравенства), оптика (симметрия, гомотетия, подобие фигур). При решении задач по геометрической оптике также полезно вспоминать геометрические теоремы о подобии треугольников и равенстве углов. Перед изучением графической интерпретации изопроцессов полезно повторить решение уравнений и построение графиков из курса алгебры.

Изучение высшей математики и физических дисциплин в вузе становится более успешным, если студенты прочувствуют необходимость знаний изучаемых дисциплин, их взаимосвязь и переплетение. Для этого необходимо не только формирование понимания физических процессов, но и умения использовать не примитивный математический аппарат. Студенты начальных курсов часто недостаточно мотивированы для овладения основами математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии. Однако, на старших курсах, к моменту изучения актуальных специализированных курсов, владение такими знаниями просто необходимо. Мотивацией для овладения современным математическим аппаратом является знакомство студентов с современными актуальными разработками университета, беседы и встречи с привлечением специалистов, проведение в университете открытых лекций, конференций, открытых занятий по актуальным тематикам.

Стоит особо отметить необходимость сотрудничества преподавателей различных смежных дисциплин для корректировки учебного материала, символов и обозначений, сроков и последовательности изложения разделов смежных дисциплин, направленных на построение связей дисциплин в реальных примерах в рамках пояснения лекционного материала и лабораторных практикумов.

Для подтверждения необходимости формирования у студентов комплекса знаний из различных дисциплин рассмотрим актуальные обучающие задачи, используемые в учебном процессе факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета. В ходе обучения студенты знакомятся с физическими моделями, описывающими процессы, происходящие в материале при его взаимодействии с изучением и различными средами. Для этого студентам необходимо иметь познания не только физических процессов, но и владеть математическим аппаратом.

Физические модели – одни из самых сложных задач физики. В них необходимо находить компромисс между точностью и вычислительной сложностью. Для решения данной дилеммы стало возможным использование компьютерного моделирования, так как необходимо проводить математические операции с большими матрицами (дифференциальные исчисления в матрицах). Приведем примеры актуальных и наглядных задач.

1. Простая модель теплообмена. Имея прямоугольную сетку и зная конфигурацию нагревателей, необходимо построить модель, которая позволяет узнать, как изменяется температура любой ячейки со временем, т. е. исследование распределения тепла во времени [2].

2. Модель процесса переноса носителей заряда в полупроводниковых структурах методом Монте-Карло [3].

3. Метод конечных разностей во времени – основан на замене всех производных, входящих в уравнение Максвелла, производных по времени на конечные разности. Данный метод используется в решении различных проблем в нанооптике и наноплазмонике [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что использование междисциплинарного подхода при изучении математики и физики дает возможность: 1) уметь работать с информацией, делать выводы, анализировать, контролировать и оценивать свою деятельность; 2) повысить уровень мотивации, осознанной потребностью в усвоении знаний, умений; 3) уметь применять полученные знания в практической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. C. L. Dym Engineering design thinking, teaching, and learning. Journal of Engineering Education / Dym, C. L., et al. // – 2005. – 94 (1), 103–120.

2. Сандерс, Дж. Cuda Технология в примерах. Введение в программирование графических процессоров // Сандерс Дж., Кэндрот Э.; пер. с англ. Слинкина А. А. – М. : ДМК Пресс, 2013–232 с.

3. Моделирование методом Монте-Карло приборных структур СБИС и УБИС // Борздов В. М. [и др.] / Междунар. конгресс по информатике: информационные системы и технологии: в 2 ч. Ч. 1. – Минск : БГУ, 2011. – С. 431–435.

4. Моделирование локализованных плазмонов в периодических многослойных структурах на основе кремния / А. И. Мухаммад [и др.] // Материалы и структуры современной электроники (МССЭ-2018) : сб. науч. тр. VIII Междунар. науч. конф., Минск, 10–12 окт. 2018 г. / Белорус. гос. ун-т. ; редкол. : В. Б. Оджаев (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – С. 318–322.

А. В. МАКАРЕНКО

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Системы автоматического проектирования (САПР) в машиностроении применяются для выполнения работ по технологической подготовке производства, разработке чертежей, в том числе 3D- моделирования изделия и процесса сборки, с помощью их проектируется технологическая оснастка, разрабатывается и составляется технологическая документация, управляющие программы (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Современные сложные САПР применяются для полного автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, технологического сопровождения изготовления изделий, для облегчения создания технической документации.

Изготовление новой продукции сегодня в машиностроении осуществляется с использованием САПР, что позволяет ускорить процесс подготовки производства и быстрее начать выпуск изделий. Соответственно инженеры-конструкторы и инженеры-технологи должны знать, уметь и владеть навыками работы в специальном программном обеспечении, обеспечивающем применение САПР в машиностроении. Некоторые САПР интерактивны, в них вносятся изменения и дополнения посредством обновлений. Благодаря использованию единой базы данных всеми пользователями САПР любые изменения в каком-либо элементе изделия становятся доступными как для разработчиков программного обеспечения (ПО), так и для всех пользователей. Это позволяет сокращать время и трудозатраты на проектирование изделия.

К наиболее распространённым и применяемым сегодня САПР для машиностроения относятся: система создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц КОМПАС-3D, двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD, САПР автоматического проектирования и нормирования технологических процессов ТП «Автомат», полнофункциональная система технологического проектирования T-FLEX Технология, система автоматизированного проектирования SolidWorks, программный комплекс автоматизации процессов технологической подготовки TECHCARD, система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ.

Учебная дисциплина «Технология машиностроения» при подготовке педагогов-инженеров по направлению специальности 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение (машиностроение)» изучается в компоненте учреждения высшего образования в модуле «Проектирование (проектно-технологическая деятельность)». В соответствии с учебной программой по дисциплине на изучение темы «Основные этапы проектирования единичного технологического процесса» отводится 10 часов. Изучение теоретического вопроса «Использование систем автоматического проектирования технологических процессов изготовления деталей: этапы, содержание и последовательность работ (общая характеристика)» позволяет студентам получить представление о возможностях некоторых программных продуктов и опробовать их во время лабораторного практикума.

Усвоение компетенций по учебной дисциплине «Технология машиностроения» базируется на изучении основополагающих блоков понятий (технологичность–базы, качество–точность, сборочная единица–детали, процесс–операция, операция–переход, переход–ход), а далее принципов проектирования техпроцессов, рассмотрение подходов к проектированию наиболее распространенных видов деталей типа «вал», «корпус», «шестерня», «втулка», «диск», «рычаг» и технологических методов обработки поверхностей деталей машин. Завершается изучение дисциплины рассмотрением основ проектирования технологических процессов сборки и прогрессивных наукоемких технологических методов обработки поверхностей деталей.

Освоение различных систем автоматизированного проектирования строится по принципу «от простого к сложному» в следующей логической цепочке «эскиз–деталь–сборочная единица–техпроцесс–документация». Т. к. учебного времени на изучение темы программы отводится немного, обучение строится по общим основам моделирования, основанным на принципах мышления человека. Любой сложный объект можно разложить на структуру более простых объектов. Разложив на составные части, начинаем постигать взаимосвязи и устройство объекта.

Студентов сначала необходимо научить работать в каком-нибудь простом пакете. Например, начать в графическом редакторе Adobe Photoshop, а далее продолжить в Autocad или КОМПАС-LT, или SolidWorks и т. д. Основы работы в САПР необходимо закладывать с 1 курса ВУЗа. И начинать необходимо работать на бумаге во время изучения дисциплины «Инженерная графика». Студентам следует предлагать изложить свою идею на бумаге и только потом создавать модель в специализированном ПО [1]. Результаты работы компьютера очень часто отличаются от того, что предложено на бумаге. Становится интересно, кто же лучше справился со своей работой [2].

К началу изучения специальных инженерных дисциплин студенты должны иметь практические навыки компьютерного черчения и моделирования и использовать их для выполнения курсовых проектов. При этом студент должен хорошо овладеть изучаемой программой, рекомендованной выпускающей кафедрой. Такой подход уменьшает нагрузку на преподавателей во время проверки курсовых проектов и позволяет студентам лучше усвоить САПР, в том числе через обмен опытом среди студентов. А вот на дипломное проектирование студентам можно давать большую свободу при выборе ПО [1].

В эпоху цифровизации и компьютеризации различных производственных сфер встает вопрос: «Нужна ли выходная конструкторская и технологическая документация на бумаге?». Думаем, что будет нужна еще долгое время, если не всегда.

Работа в программном обеспечении САПР предъявляет высокие требования, как к быстрдействию компьютерной техники, так и к скорости доступа к сети Интернет, посредством которой осуществляется обмен базами данных систем. К сожалению, в учебных заведениях в компьютерных классах, да и на предприятиях, этим вопросам уделяется недостаточное внимание.

Обучение работе в системах автоматического проектирования является необходимым и важным этапом в подготовке инженерно-педагогических кадров. Получаемая сдвоенная квалификация «педагог-инженер» вышеназванной специальности позволяет выпускникам успешно реализоваться как в системе образования, так и на инженерных должностях машиностроительных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Талапов, В. Как преподавать САПР? / isicad. Ваше окно в мир САПР – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14425. – Дата доступа: 01.03.2021.

2. Мошкин, И. В. Система автоматизированного проектирования оптимальных технологий «ОРАТ» и её использование в процессах обучения и переподготовки специалистов / И. В. Мошкин, А. В. Соловов // Educational Technology & Society. – 2005. – № 8 (4).

А. А. МОЛНАР, Г. Й. БАН, Д. Л. ГАЛ, А. И. ГАЙСАК

УжНУ (г. Ужгород, Украина)

ИЗУЧЕНИЕ КУРСА «АНАЛОГОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА» СТУДЕНТАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ ПОДДЕРЖКИ УНИВЕРСИТЕТОВ ФИРМЫ TEXAS INSTRUMENTS

Специальность «Биомедицинская инженерия» – междисциплинарная область науки и техники, которая сочетает инженерию и науки о жизни. Студенты изучают современные тенденции развития медицинского приборостроения; механизмы, методы и средства проектирования, разработки, эксплуатации и ремонта медико-технических средств, перспективы развития современных средств диагностики. Поэтому очень важным для них является усвоение основ современной электроники, аналоговой и цифровой схемотехники, микропроцессорной техники и т. д. В связи с тем, что медицинское приборостроение в Украине, к сожалению, почти отсутствует, остро возникает потребность в изучении основ электроники на основе компонента зарубежного производства. В принципе это не только украинская проблема, связанная с глобализацией всей современной электроники. С другой стороны, это стимулирует производителей электронных компонентов к все более активному участию в процессе подготовки современных инженеров по всему миру, что проявляется в создании программ поддержки университетов.

Одним из крупнейших производителей аналоговых и цифровых микросхем является американская компания Texas Instruments (TI). Основанная в 1982 году программа поддержки университетов фирмы TI является глобальной программой [1], которая предназначена для поддержки преподавателей, исследователей и студентов в интеграции аналоговых и цифровых электронных технологий в инженерные классы, учебные и научно-исследовательские лаборатории, учебники, дизайнерские проекты и учебные программы образовательных курсов. На сайте компании представлен один из лучших учебных курсов по аналоговой схемотехнике, Texas Instruments Precision Labs (TIPL) [2].

TIPL – один из самых полных онлайн-курсов с аналоговой схемотехникой. От фундаментальных знаний и передовых концепций этот логический, последовательный и всесторонний учебный подход является одновременно интуитивным и практичным. Последовательность уроков, включающих видео и справочные материалы, углубляет технический опыт будущих инженеров и ускоряет развитие начинающих. Присоединяясь к отраслевым экспертам компании TI, которые проводят участников по обширной библиотеке учебников фирмы, а также практических экспериментов из выбранных тем, студенты могут стать настоящими экспертами по аналоговой схемотехнике! Например, раздел TI Precision Labs – Amplifiers (усилители) посвящен проектированию схем с использованием операционных

усилителей, компараторов, усилителей тока и инструментальных усилителей, которые являются важнейшим компонентом приборов биомедицинской электроники. Весь курс содержит 288 уроков, из которых 82 посвящены усилителям, 60 – аналого-цифровым и цифро-аналоговым преобразователям, 47 различным сенсорам и т. д. длительностью от 5 до 25 минут. Следует отметить, что учебный материал представлен на английском языке, однако для будущих специалистов по электронике это не должно быть помехой.

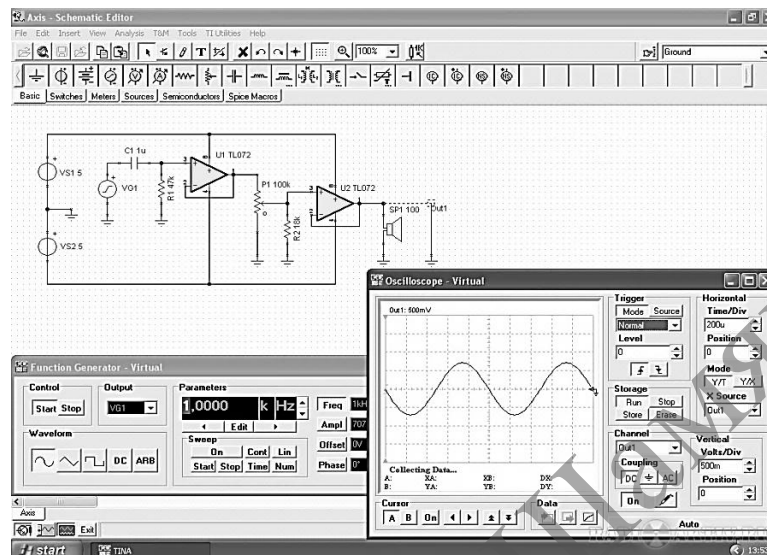


Рисунок 1. – Программа моделирования аналоговых схем Texas Instruments TINA

В современной аналоговой электронике большое внимание уделяется математическому моделированию проектируемых схем. Для этого компания Texas Instruments разработала бесплатную программу TINA-TI [3], которая построена на базе всемирно известной системы SPICE. SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) – симулятор электронных схем общего назначения с открытым исходным кодом. TINA-TI обеспечивает все обычные возможности системы SPICE по моделированию на постоянном токе, анализу переходных процессов, частотных зависимостей аналоговых цепей и многое другое. TINA имеет расширенные возможности дальнейшей обработки полученных результатов. Его виртуальные инструменты позволяют выбирать тип входных сигналов и анализировать величину и форму напряжения в заданных точках схемы. Схематическое представление узлов в TINA действительно интуитивно понятное, что обеспечивает настоящий «быстрый старт» его использования.

Все перечисленные возможности программы поддержки университетов TI через Texas Instruments Precision Labs особенно полезны в формате дистанционного обучения, так как обеспечивают доступ к вышеуказанным материалам из любой точки земного шара.

Выводы

Использование программы поддержки университетов Texas Instruments University Program через Texas Instruments Precision Labs позволяет подготавливать будущих инженеров по специальности «Биомедицинская инженерия» в очно-заочной форме обучения на высоком научно-педагогическом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Texas Instruments University Program. URL: <https://university.ti.com/en>.
2. TI Precision Labs. URL: <https://training.ti.com/ti-precision-labs-overview>.
3. SPICE-based analog simulation program TINA-TI. URL: <https://www.ti.com/tool/TINA-TI>.

Л. Н. ОРЛИКОВ, С. М. ШАНДАРОВ
ФГОУ ВО ТУСУР (Томск, Россия)

ОПЫТ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ЧЕРЕЗ ТВОРЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ИЗУЧАЕМЫХ ДИСЦИПЛИНАХ

Актуальность развития профессиональных навыков студентов еще в стенах университета обусловлена тем, что выпускники вузов не всегда удовлетворяют запросам рынка. В то же время вуз не может ориентироваться на одного работодателя, поскольку ему нужно ограниченное количество специалистов, способных развивать престиж фирмы [1; 2].

Целью данного исследования является выявление путей повышения профессиональных навыков выпускников в стенах университета.

В качестве подхода к решению данной задачи рассматривается дополнение учебного процесса по основным дисциплинам творческими приложениями по выбору студента. Такое дополнение проводилось для основных модулей самостоятельных и лабораторных работ приложениями в области научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности, предусмотренной учебным планом.

Исследование проводилось на основании обработки более 150 анкет студентов и сотрудников кафедры «Электронные приборы» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), в рамках направлений обучения «Электроника и наноэлектроника» и «Фотоника и оптоинформатика». Учитывалось мнение преподавателей из Томского педагогического университета, Национального исследовательского Томского политехнического университета и Томского государственного университета. Основные вопросы касались целесообразности и времени включения приложений в учебные модули дисциплин.

Развитие профессиональных компетенций через творческие приложения в самостоятельной работе по дисциплине

Обычно студенту предлагается самостоятельно разработать вариант решения определенной технической задачи, используя лекции, патенты, периодику, консультации преподавателя и специалиста. Студент вправе дополнять любой обязательный модуль дисциплины творческим приложением, не исключая остальные модули. Основное задание и творческий модуль должны завершаться презентацией разработанных материалов на предметной конференции.

Полученные результаты. На начальном этапе студенты активно предлагают различные варианты творческих приложений. Однако по мере приближения к отчетному сроку часто наблюдается отставание от запланированного графика работ или даже отказ от творческой части.

Положительно зарекомендовала себя технология представления студентами отчетных документов с использованием шаблона, который студент заполняет по мере оформления отчетных материалов. Шаблон требует, во-первых, определения темы и статуса работы, представления сведений о студенте и руководителе. Во-вторых, необходимо осветить такие данные о работе, как ее актуальность и цель; идея, предлагаемая для решения проблемы, и вытекающие из нее задачи; методы исследования, их оригинальность и новизна; обнаруженные эффекты и закономерности; анализ погрешности измерений; возможное применение полученных результатов. Дополнительно шаблон ориентирует на содержание и объем представляемых материалов на CD-диске, степень заимствования, а также сформулирует требования к уровню использования компьютерного моделирования, математического аппарата, оформлению графических материалов и копий публикаций.

Выводы. При организации самостоятельной работы студентов должны быть заданы ориентиры профессионального саморазвития. Творческая разработка студента должна стимулировать его взаимодействие с различными специалистами по изучаемым и разрабатываемым вопросам. Творческое приложение развивает способность студента переходить от режимов воспроизведения известного и копирования к режиму генерации нового.

Развитие профессиональных компетенций через творческие приложения на лабораторном практикуме

Лабораторный практикум – это особый, другой, доброжелательный мир взаимодействия преподавателя со студентом. Нами исследовалась последовательность проведения лабораторного практикума, в котором предусматривался пятиминутный рассказ об актуальности предстоящих исследований на основании публикаций в научно-технической литературе и патентов, а также контактов с выпускниками.

Лабораторный практикум сопровождается ведущими специалистами лабораторий квантовой электроники и фотоники нелинейных, волноводных и периодических структур, а также специалистами в области схмотехники и вакуумных технологий. Такое сопровождение позволяет эффективно развивать практические навыки студентов.

Полученные результаты. Особенный интерес у студентов вызывают задания, при выполнении которых надо провести измерения, расчеты; сделать эскиз. Если время на выполнение приложения занимает более 15 минут, то оно переводится в творческое задание в самостоятельной работе.

Разнообразие форм и уровней лабораторного практикума активизирует деятельность студентов. Например, лабораторный практикум может быть реализован в виде физического или поискового эксперимента; с заводским описанием оборудования или без него; с присутствием специалиста на уникальном оборудовании или переводчика с иностранного языка.

Выводы и предложения для практики

Творческое приложение стимулирует развитие самостоятельности студента и может получить развитие в курсовой или выпускной квалификационной работе. В итоге исследования роли творческих приложений в лабораторном практикуме показано, что оно является важным элементом повышения интереса к профессиональному развитию

Заключение

Наши исследования показали, что формирование профессиональных навыков в области электроники, нанoeлектроники и фотоники – это длительный процесс. Важную роль в нем играет диалог преподавателя со студентом, включающий и беседы о перспективах специальности, о дальнейшем развитии ее материальной и технологической базы и практических приложений. Творческие приложения в дисциплинах в этом случае становятся более понятными и привлекательными для студентов.

Многие индивидуальные творческие приложения развились в выпускные квалификационные работы и выявили одаренных студентов. Основное препятствие в развитии профессиональных компетенций заключается в недостаточно развитой экспериментальной и технологической базе современного уровня, не позволяющей в полной мере приобрести практические навыки деятельности в процессе обучения, а также в том, что не все преподаватели имеют возможности для развития методического обеспечения творческой части приложений.

Тем не менее целенаправленное развитие технической культуры в приложениях к дисциплинам при сравнительно небольших затратах учебного времени позволяет студентам развивать существующие и осваивать новые профессиональные компетенции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аржанова, И. Вопросы конструирования программ для магистров. Материалы междунар. научно-метод. конф. «Магистратура ++...Itmo.News. 25–27 апр. 2019, URL: news.itmo.ru/ru/education/trend/news/8487/.
2. Орликов, Л. Н. Развитие практических навыков студентов на лабораторном практикуме / Л. Н. Орликов // Управление экономическими системами. Педагогический менеджмент : моногр. – Пенза : Изд-во Приволж. дом знаний, 2019. – С. 76–91.

Н. К. ПРИХАЧ, И. В. ПРУСОВА
БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»

Использование статистических методов обработки данных стало привычным и широко распространенным аппаратом для инженеров. Работа инженера связана с научными исследованиями производственных процессов и технологий, поэтому важно, чтобы студенты в техническом вузе умели пользоваться различными прикладными пакетами и решать исследовательские задачи [1].

Статистические методы в настоящее время широко используются на различных этапах контроля и управления качеством продукции, способствуя созданию условий для принятия рациональных управленческих решений с использованием накопленной информации, их эффективного взаимодействия с внешней средой.

Умение правильно выбрать метод решения задачи, учесть его возможности и ограничения, грамотно применить и интерпретировать результат – основные требования к специалисту, который использует статистические методы. Поэтому дисциплина «Прикладная математика» имеет две главные цели: познакомить студентов с теоретическими основами статистической обработки данных и научить их автоматизировать этот процесс с помощью компьютера.

Создание универсальных и специализированных пакетов прикладных программ для проведения статистического анализа данных (таких как MS Excel и STATISTICA) стало следующим этапом внедрения методов математической статистики в практику проведения исследований.

Основные требования к специалисту, который использует статистические пакеты, следующие: способность правильно выбрать метод решения задачи, учесть его возможности и ограничения, грамотно применить метод, а также верно интерпретировать полученные результаты. Поэтому дисциплина «Прикладная математика» для специальности 1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация» имеет следующие цели: познакомить студентов с теоретическими основами статистической обработки данных, научить их оптимизировать и автоматизировать данный процесс с помощью компьютера.

В учебно-методическом пособии для лабораторных работ излагаются основные понятия, приемы и методы статистического анализа данных. В качестве основного инструмента статистического анализа используются возможности пакетов MS Excel и STATISTICA.

Весь изучаемый материал разбит на восемь лабораторных работ. На каждом занятии студент получает индивидуальное задание, которое выполняет самостоятельно под руководством преподавателя. Варианты заданий приведены в конце каждой лабораторной работы. Кроме того, лабораторный практикум содержит также разработанные в Excel и STATISTICA документы с многочисленными примерами [2].

Первая работа комплекса посвящена первичной обработке данных и точечному оцениванию параметров распределения. Первичная обработка позволяет представить первичный числовой массив в сжатой форме, выделить основные закономерности в изучаемой совокупности случайных величин и, соответственно, также в генеральной совокупности.

Также в первой работе студентам необходимо изучить точечные оценки числовых характеристик и методы оценок параметров распределения. Оценки параметров вычисляются с помощью стандартных функций пакета Excel, а также с помощью статистической процедуры Описательная статистика из Пакета анализа. Также для нахождения точечных оценок используются возможности пакета Statistica – вычисления происходят с помощью модуля Basic Statistics/Tables.

В заключении необходимо сделать вывод о предполагаемом законе распределения случайной величины.

Во второй лабораторной работе решается вопрос согласования результатов оценивания с опытными данными: выдвигается гипотеза, что наблюдаемая случайная величина подчиняется нормальному закону.

Далее рассчитываются доверительные интервалы для параметров нормального распределения: математического ожидания и среднего квадратического отклонения.

В третьей лабораторной работе проводится проверка гипотез о параметрах распределения. Даются основные понятия и принципы проверки параметрических гипотез. Также представлены основные направления сравнения двух и более выборок. На примерах показаны особенности реализации этих методов с помощью инструментов из Пакета анализа Excel и из Basic Statistics/Tables пакета Statistica.

В следующей лабораторной работе с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) изучается влияние одного или нескольких качественных факторов на наблюдаемую случайную величину.

Проверка значимости различия между средними является целью дисперсионного анализа. Данная проверка проводится при помощи сравнения (анализа) дисперсий. При истинности нулевой гипотезы (например, о равенстве средних в нескольких группах наблюдений, выбранных из генеральной совокупности) оценка дисперсии, связанной с внутригрупповой изменчивостью, должна быть близкой к оценке межгрупповой дисперсии [3].

Пятая и шестая лабораторные работы знакомят студентов с элементами регрессионного и корреляционного анализа, с помощью которых можно изучать статистические связи между переменными. Вводится понятие коэффициента корреляции Пирсона. Также приводится описание как параметрического коэффициента корреляции, так и непараметрических мер связи: ранговых коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла.

Следующая лабораторная работа посвящена методам непараметрической статистики. Данные методы разработаны для случаев, когда о параметрах исследуемой величины известно или мало, или вообще ничего.

В последней лабораторной работе курса «Прикладная математика» приведены основные подходы к прогнозированию на основе анализа временных рядов: методы сглаживания (скользящее среднее, метод экспоненциального сглаживания), метод экстраполяции и способы его реализации в Excel и Statistica.

Таким образом, предложенные лабораторные работы по курсу «Прикладная математика» существенно расширяют объем изучаемого материала по математической статистике. С другой стороны, студенты получают наглядное представление решенной задачи с использованием современных информационных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прихач, Н. К. Применение пакетов прикладных статистических программ в образовательном процессе в техническом вузе / Н. К. Прихач, И. В. Прусова // «Инновационные образовательные стратегии в системе среднего и высшего образования»: сб. статей Респ. науч.-практ. конф.-семинара [Электронный ресурс], Минск, 31 марта 2020 г. / БНТУ, Институт интегрированных форм обучения и мониторинга образования; редкол.: Н. П. Воронова, Е. К. Костюкевич, И. В. Савицкая. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 80–83.

2. Прихач, Н. К. Прикладная математика [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-54 01 01 "Метрология, стандартизация и сертификация (по направлениям)" / Н. К. Прихач, И. В. Прусова; Белорусский национальный технический университет, кафедра "Инженерная математика". – Минск: БНТУ, 2020.

3. Дубровина, О. В. Прикладная математика: метод. пособие по выполнению практических и лабораторных работ для студентов заочного отделения специальности 1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация» / О. В. Дубровина, Н. К. Прихач, В. М. Романчак. – 2009. – 70 с.

Е. А. РУЖИЦКАЯ

УО ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ БУДУЩИМИ ПРОГРАММИСТАМИ

Каждый квалифицированный программист вне зависимости от направления своей будущей профессиональной деятельности должен знать основы и технологии разработки web-приложений. Поэтому на факультете математики и технологий программирования в Гомельском государственном университете имени Франциска Скорины курс «Основы web-технологий» входит в список обязательных дисциплин компонента учреждения высшего образования для студентов 2 курса специальностей «Программное обеспечение информационных технологий» и «Информатика и технологии программирования».

Курс состоит из двух частей: «Разработка front-end приложений», которая изучается в первом семестре, и «Разработка back-end приложений» – во втором семестре.

Изучение web-технологий для разработки front-end приложений начинается с языка разметки гипертекста HTML5 и создания структуры web-приложений. Для форматирования документов изучаются каскадные таблицы стилей CSS3 и новые модули CSS-разметки, такие как Flexible Box Layout Module (FlexBox), Media Queries, а также технология «адаптивного дизайна». Модуль FlexBox позволяет управлять расположением элементов на странице. С помощью медиазапросов реализуется «адаптивный дизайн», позволяющий корректно отображать страницы на устройствах с различными характеристиками. С помощью объектной модели документа (DOM) можно получить доступ ко всем элементам документа. Язык сценариев JavaScript используется для динамического изменения содержимого web-страниц.

Одним из средств разработки back-end приложений является серверный язык программирования PHP7, который позволяет передавать данные с локального компьютера на серверный и создавать интерактивные web-сайты. Именно эти возможности используются для разработки интернет-магазинов, осуществления платежей, поиска и заказа товаров и т. д. Поэтому студенты изучают возможности

использования сессий и cookies, регулярных выражений. Данные, передаваемые на сервер, могут сохраняться в файлах или таблицах баз данных. PHP использует одну из самых распространенных систем управления реляционными данными, используемую для создания высококачественных коммерческих баз данных MySQL. Кроме того, студенты изучают способы разделения прав доступа к данным, возможности авторизации, регистрации и администрирования пользователей (просмотр, редактирование, удаление, блокировку).

Неотъемлемой частью процесса обучения является использование информационных технологий как для усвоения нового материала, так и для контроля знаний.

При чтении лекций используются мультимедийные технологии, позволяющие продемонстрировать работу приложений, проанализировать программный код и показать способы отладки и тестирования программ.

Разрабатываются учебно-методические комплексы, содержащие программу дисциплины, список необходимой литературы, задания для лабораторных работ и методические указания для их выполнения, а также перечень подлежащих изучению вопросов и умений.

Программа подготовки web-программистов согласовывается с ведущими специалистами IT-компаний, регулярно пересматривается и дополняется, то есть студенты получают те знания, которые необходимы в данный момент, чтобы сразу после окончания университета приступить к работе на реальных проектах.

Для контроля знаний студентов в течении семестра проводятся контрольные работы. Итоговый контроль знаний осуществляется в форме тестирования. В конце каждого семестра студенты сдают итоговый тест. Разработана база данных, содержащая по 300 вопросов для первого и второго семестров. Тестирование студентов осуществляется с использованием системы dot3.gsu.by [1]. Для тестирования автоматически формируется тестовое задание, содержащее 50 вопросов открытого и закрытого типа. Вопросы выбираются из базы данных с помощью генератора случайных чисел. Тест считается пройденным, если студент правильно ответил более чем на 60% вопросов.

Результаты тестирования студентов отсылаются в IT-компания и учитываются при заключении договоров для прохождения производственной практики, при трудоустройстве в компанию и выборе направления работы в IT-индустрии.

Использование информационных технологий в образовательном процессе при подготовке высококвалифицированных программистов позволяет улучшить качество образовательного процесса, повысить значимость самостоятельной работы студентов, получить независимую объективную оценку знаний и способствует формированию профессиональных компетенций web-программистов.

ЛИТЕРАТУРА

Дистанционное обучение и тестирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dot3.gsu.by/>. – Дата доступа: 18.02.2021.

Ю. В. САВИЦКИЙ

УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

ИНТЕРАКТИВНЫЕ АНИМАЦИОННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Одним из приоритетных направлений в области повышения качества обучения техническим дисциплинам является разработка и внедрение инновационных образовательных технологий, основанных на применении современных аппаратно-программных средств вычислительной техники. Практика применения компьютерных обучающих систем совместно с традиционными средствами обучения демонстрирует существенное улучшение качества знаний и навыков слушателей. При этом на первый план выходит задача принципиально нового построения содержания учебного материала, деятельности преподавателя и учебной работы студента в компьютерной среде.

В контексте данной задачи наиболее перспективным направлением можно считать использование *интерактивных анимационных программ* (ИАП) и элементов виртуальной реальности. Они позволяют слушателю самостоятельно исследовать процессы, протекающие в изучаемом объекте, понять основные

закономерности, получить всестороннее представление об излагаемом материале. Часто компьютерная анимация позволяет наглядно представить материал, словесное описание которого объемно и достаточно сложно для восприятия, а показ на натурном образце невозможен или затруднен (например, физические, технологические, информационные процессы, функционирование адаптивных систем управления и др.). Важным положительным свойством ИАП является возможность визуализации функционирования таких объектов и систем, в которых работа различных взаимосвязанных в систему компонентов полностью или частично совмещена во времени. Большим достоинством ИАП также является возможность имитации и моделирования протекания различных явлений и процессов в реальном, ускоренном или замедленном масштабах времени; это позволяет акцентировать внимание обучаемого на принципиальных моментах функционирования системы. ИАП предлагают обучаемому не «прочтение» с помощью компьютера целого курса или его фрагментов, а более высокий уровень представления в учебном процессе самого осваиваемого объекта.

Таким образом, по мнению автора, ИАП являются одним из важнейших компонентов современных электронных учебно-методических материалов, а процесс их проектирования и разработки, как правило, – один из самых сложных в практике создания электронно-обучающих систем. Опыт автора в области разработки технических ИАП позволил сформулировать следующие ключевые этапы, позволяющие осуществить системный подход к проектированию и разработке анимационных средств обучения: 1) детальный анализ объекта анимации – предполагает всестороннее исследование натуральных образцов (моделей) и их характеристик (методов, алгоритмов, чертежей, схем функционирования объекта), технической документации, фотографий, видеоматериалов и других информационных источников; 2) выделение принципиальных (ключевых) событий функционирования объекта – имеет своей целью обобщить информацию об объекте и определить перечень сцен, которые, с научно-методической точки зрения, в наибольшей степени отражают специфику работы исследуемого объекта. На данном этапе также следует определить степень детализации и формализации отдельных фрагментов анимируемых процессов; 3) определение структуры динамических сцен в ИАП и построение графа переходов; 4) предварительная разработка сценариев динамических иллюстраций. Реализация данного этапа предполагает: детализацию сцен до уровня отдельных компонентов; проектирование интерфейса взаимодействия с пользователем; определение расположения основных и периферийных объектов в окне сцены; решение вопросов изображения крупным планом принципиальных компонентов сцен и схематизации иных визуальных объектов, наличие которых в сцене необходимо для понимания слушателем принципа функционирования системы в целом; 5) проектирование и разработка отдельных базовых элементов динамических сцен (конкретных объектов, систем, подсистем и др.) – осуществляется, как правило, с использованием программных систем векторной графики [1–3]. При этом положительным свойством анимационных инструментов является возможность импортирования готовых компонентов. Важным аспектом разработки на данном этапе является ведение и использование библиотек базовых элементов, что во многих ситуациях позволяет унифицировать и существенно снизить трудоемкость программирования сцен; 6) программирование видеоматериалов сцен, включающее в себя разработку опорных (ключевых) кадров и анимационных переходов между ними; 7) программирование обработчиков элементов управления сценами с использованием встроенного языка анимационного редактора; 8) обязательная разработка подсистемы методических указаний, включающих детальные описания характеристик и принципов работы исследуемого объекта, элементов управления анимацией и правил их использования для демонстрации возможных режимов работы объекта. Отсутствие в программе информации подобного типа в ряде случаев превращает анимацию в «головоломку», снижая практически до нуля обучающий эффект от разработки; 9) согласование сцен и интегрирование в единую систему; 10) обязательное тестирование полученного варианта системы с привлечением в качестве экспертов лиц соответствующей квалификации – необходимо, во-первых, для отслеживания ошибок, неизбежно возникающих при создании программных средств, а во-вторых, для проверки адекватности анимированных процессов реальным, имеющим место в существующем техническом объекте; 11) опубликование, защита и электронное тиражирование ИАП.

Разработанные автором принципы построения ИАП были практически реализованы в интерактивных обучающих программных системах: «Маршрутизация потоков в базовой сети обмена данными» и «Принципы межсетевое взаимодействие по протоколу без установления соединения Internet Protocol (IP)».

Данные системы представляют собой программные комплексы для исследования принципов межсетевого взаимодействия и адаптивной маршрутизации в объединенных гетерогенных IP-сетях; позволяют на базе современных средств информационных технологий обеспечить всестороннее изучение наиболее сложных динамически протекающих многоуровневых процессов передачи и маршрутизации в вычислительных сетях ТСП/IP [4] с активным участием обучаемого. При осуществлении указанных процедур используется совокупность последовательно и параллельно функционирующих процессов и протоколов, реализующих распределенные алгоритмы на абонентских системах, сетевых шлюзах (маршрутизаторах) и др. Очевидно, что такая специфика материала (при его представлении в традиционной форме) создает объективные затруднения в его комплексном понимании.

Таким образом, современные информационные технологии предлагают сегодня широкие возможности для создания высокоэффективных компьютерных средств, позволяющих внедрять в образовательный процесс активные методики обучения. Однако, важно понимать, что наилучший эффект может быть достигнут только при использовании компьютерных разработок в совокупности с традиционными, проверенными временем и практикой, методами обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданов, А. Flash 5. Краткий курс / А. Жданов. – СПб. : Изд. дом "Питер", 2001. – 324 с.
2. Аврамова, О. Д. Язык VRML. Практическое руководство / О. Д. Аврамова. – М. : Диалог-МИФИ, 2001. – 288 с.
3. Матоссян, М. 3DS MAX для Windows / М. Матоссян. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 624 с.
4. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В. Олифер, Н. Олифер. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2016. – 992 с.

Ю. В. САВИЦКИЙ

УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

ОРГАНИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ТЕСТОВОЙ ВЫБОРКИ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В настоящее время в сфере высшего технического образования наблюдается стремительное усиление интереса к автоматизации промежуточного и финального контроля результатов обучения студентов. Наиболее актуальным методом такого контроля является тестирование, основанное на диалоге вычислительной системы с пользователем [1]. Стремительный рост быстродействия компьютерных систем, появление мощных систем программирования, а также возрастающие из года в год требования к техническим знаниям специалистов увеличили потребность в производительных и объективных тестирующих системах.

В то же время детальный анализ существующих систем выявил ряд недостатков, значительно ограничивающих эффективность их практического использования в процессе обучения. Один из наиболее существенных недостатков связан с различным уровнем качества тестовой выборки (по критериям адекватности, сложности, определенности, однозначности и т. д.), предъявляемой слушателю для контроля знаний. Как показывает опыт, тестовое множество не является однородным в контексте критериев качества. Типичными ситуациями здесь являются: некорректная (слабо понимаемая) формулировка тестового задания, вариантов ответов; слабое отличие правильного и неправильных вариантов ответов; большое различие в сложности заданий и др. Наибольшую актуальность приобретает поставленная задача в случае организации тестового множества большого объема (несколько сотен вопросов), включающего несколько тематик и формируемых различными лицами (например, тестовые наборы для проведения комплексных экзаменов). Очевидно, что с этой точки зрения проблема оценивания качества тестовой выборки, являясь достаточно актуальной, относится к категории плохо формализуемой задачи, в связи с чем для ее решения предлагается использовать аппарат искусственных нейронных сетей (НС).

Нейропостановка и решение задачи исследования. Следует отметить, что нейросетевое направление является в настоящее время наиболее приоритетным в области работ, проводимых по искусственному интеллекту. Высокая актуальность данного направления объясняется всё возрастающей потребностью в наличии эффективных средств для решения сложных нетривиальных задач в плохо

формализуемых областях обработки информации [2; 3]. Широкие возможности НС по интеллектуальной обработке информации обусловлены наличием в ее архитектуре множества связанных нелинейных элементов, позволяющих организовывать высокоадаптивные нелинейные фильтры с требуемой точностью. В общем случае задача нейросетевой обработки сводится к следующей постановке. Необходимо построить отображение *FNN* такое, чтобы на каждый возможный входной сигнал *X* формировался правильный выходной сигнал *Y*. Отображение задается конечным набором пар (<вход>, <известный выход>), называемых обучающими эталонами.

В контексте поставленной задачи в качестве базовой архитектуры предлагается использовать гетерогенную многослойную НС с нейронами сигмоидального типа в скрытом слое и линейными нейронами выходного слоя сети [2; 3]. При этом количество *M* элементов входного рецепторного слоя должно соответствовать количеству наблюдаемых параметров (факторов оценки качества тестовой выборки), используемых для построения нужного отображения. Размерность *L* выходного вектора НС определяется количеством параметров, выбираемых исследователем для оценки теста.

Для обучения НС применяется алгоритм обратного распространения ошибки (и его более быстродействующие модификации), использующий метод градиентного спуска для минимизации функции среднеквадратичной погрешности [4]. Благодаря высокой точности алгоритм позволяет достигать малой погрешности обучения, что является крайне важным фактором для решения большинства практических задач в нейросетевом базисе.

Пусть для обучения сформировано обучающее множество, состоящее из пар векторов $T=\{Xp, Dp\}$, $p=1, \dots, P$ размерностью, соответствующей количеству входов и выходов сети. Тогда задача процедуры обучения заключается в адаптации параметров сети (синаптических связей нейронов) таким образом, чтобы на любой входной вектор *Xp* обучающей выборки было сформировано корректное отображение *Yp*, отличающееся от желаемого *Dp* с минимальной ошибкой [4].

На основании вышеприведенного сформулируем предлагаемый подход генерации адаптивной модели для оценки качества тестовых заданий:

1) выполнить инициализацию трехслойной гетерогенной нейронной сети, с количеством входных элементов *M* равным количеству вариантов ответов тестового задания, с количеством выходных нейронов *L*, равным размерности оценочной шкалы;

2) сформировать обучающее множество *T* на основе эталонной тестовой выборки. Для этого обеспечить формирование набора типичных эталонов, покрывающих по характеристикам качества шкалу оценок. (Программное обеспечение тестовой системы должно предусматривать сбор необходимой статистики для формирования как эталонной тестовой выборки для обучения НС, так и получение соответствующих данных, используемых НС на этапе экспертного оценивания качества тестовой выборки в целом. Например, такими данными могут являться относительные частоты событий, характеризующих, по мнению исследователя, качество тестового задания. Выходные эталоны содержат значения, соответствующие определенному рангу качества эталона);

3) выполнить обучение нейронной сети до достижения приемлемой погрешности.

В процессе обучения реализуются обобщающие свойства нейронной сети, на основании чего модель способна пролонгировать результаты обучения и в процессе функционирования выполнить задачу эксперта: путем сканирования имеющихся тестовых наборов выдать оценки качества тестовых заданий.

Предлагаемый в работе подход к организации модели оценки тестовых выборок имеет следующие особенности: дает возможность динамически, по мере необходимости изменять обучающую выборку оценок, а, следовательно – адаптивно изменять свойства функции оценки; позволяет избежать формализации модели оценивания; инвариантен относительно критериев оценивания. В данном контексте подход может быть более широко применен в задачах оценки качества тестирования программного обеспечения различного назначения.

Вместе с тем нейросетевые модели обладают повышенной временной сложностью процесса обучения, высокими требованиями к репрезентативности обучающего множества, что обуславливает необходимость наличия определенных навыков в использовании НС при решении практических задач подобного класса [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценивание результатов тестирования на основе экспертно-аналитических методов / В. Б. Моисеев [и др.] // Открытое образование. – 2001. – № 3. – С. 32–35.

2. Kroese, B. An Introduction to Neural Networks / B. Kroese. – Amsterdam : University of Amsterdam, 1996. – 120 p.

3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский ; пер. с польского И. Д. Рудинского. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 334 с.

4. Golovko, V. Neural Networks for Signal Processing in Measurement Analysis and Industrial Applications: the Case of Chaotic Signal Processing / V. Golovko, Y. Savitsky, N. Maniakov // chapter of NATO book “Neural networks for instrumentation, measurement and related industrial applications”. – Amsterdam : IOS Press, 2003, pp. 119–143.

Е. И. САФАНКОВ, А. И. ГРИДЮШКО

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

ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА

В условиях активизации использования цифровых технологий в образовательном процессе повышаются требования к профессиональной подготовке специалистов. При этом они должны не только владеть инновационными цифровыми технологиями, но и эффективно применять их в своей деятельности, используя творческий подход к решению профессиональных задач. Кроме того, широкий комплекс цифровых производственных технологий необходим для построения эффективного учебно-производственного процесса профессионального образования и обучения, включая технологии Интернета, аддитивные технологии, технологии автоматизированного проектирования и т. д. [1].

Использование возможностей цифровых технологий позволяет обеспечить образовательный процесс, основанный на построении индивидуальных образовательных маршрутов и персонализированном непрерывном мониторинге учебной деятельности и личностно-профессионального развития обучающихся.

В состав цифровых средств входят аппаратные, программные и информационные компоненты, среди которых применительно к обучению можно выделить компьютерные обучающие программы, включающие в себя электронные учебно-методические комплексы, электронные учебники, тренажеры, лабораторные практикумы, электронные рабочие тетради, тестовые системы, обучающие системы на базе мультимедиа-технологий, интеллектуальные экспертные системы, используемые в различных предметных областях, компьютерные программы для построения графических изображений и моделирования различных процессов, распределенные базы данных по отраслям знаний, средства телекоммуникации, включающие в себя социальные сети, чаты, видеоконференции, электронную почту и т. д. При этом эффективность применения цифровой образовательной среды достигается тогда, когда они обоснованно и гармонично интегрируются в учебный процесс, обогащая педагогические технологии.

В настоящее время основными информационными ресурсами вуза становятся электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК) по различным дисциплинам. Электронный учебно-методический комплекс – программный мультимедиа продукт учебного назначения, обеспечивающий непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения и содержащий организационные и систематизированные теоретические, практические, контролирующие материалы, построенные на принципах интерактивности, информационной открытости, дистанционности и формализованности процедур оценки знаний.

Разработка структуры и содержания ЭУМК проводится на основании анализа модели специалиста, требований образовательного стандарта, учебного плана и рабочей программы. При этом следует уделять внимание подбору и представлению материала таким образом, чтобы он отражал реальные ситуации, область приложения представленных знаний в будущей профессиональной деятельности. Основным средством структуризации содержания любого материала является меню, которое отражает основные разделы ЭУМК и имеет столько уровней вложенности, сколько их идет в логике самой работы. Так, например, в разработанном нами ЭУМК по строительным машинам меню состоит из 7 основных блоков: нормативный, методический, теоретический, информационный, лабораторный практикум, демонстрационный и блок контроля. ЭУМК содержит тексты лекций, учебники, учебные пособия, справочники, библиографические списки, методические рекомендации по работе с электронными материалами, демонстрационные, моделирующие диагностирующие программы и т. д.

В условиях цифровизации образования расширяются и возможности преподавателя на лекции по организации образовательного процесса с использованием информационных ресурсов, что позволяет обеспечить ее проблемность, гибкость структуры, ориентацию на дискуссию, диалог со студентами.

Для диагностики результатов учебной деятельности студентов используется автоматизированная модульно-рейтинговая система контроля, которая представляет собой комплекс прикладных задач с соответствующим информационным, техническим, программным и организационным обеспечением. В ней реализован системно-деятельный подход к обучению, и базируется она на принципах научности, преемственности, непрерывности, достоверности, открытости, прогностичности и динамичности. Данная технология представляет собой проектирование и реализацию на практике контрольно-оценочной деятельности, которая основывается на распределении предметного материала по диагностическим модулям. В основе контрольно-оценочной деятельности лежит конструирование комплекса тестов и тестовых заданий разных уровней сложности, осуществление контроля и оценки успешности обучения на основе рейтинга на всех этапах непрерывного образования. Автоматизированная модульно-рейтинговая система контроля обеспечивает непрерывный мониторинг знаний обучаемых, реализуя текущий, тематический, поэтапный, рубежный и итоговый контроль над всеми видами учебной деятельности с последующим формированием интегральной рейтинговой оценки [2].

Вместе с тем, проектная деятельность будущего педагога-инженера по специальности «Профессиональное обучение (строительство)» предусматривает достаточно широкий спектр владения информационными и телекоммуникационными технологиями, включающими использование прикладных программных пакетов профессионального назначения, графических систем, информационных ресурсов сети Интернета и др. Это предполагает приобретение студентами научно-обоснованного комплекса компетенций, в том числе проектно-конструкторских, связанных с проведением инженерных изысканий, составлением инженерно-экономических обоснований при проектировании и эксплуатации сооружений, объектов с обработкой, анализом и систематизацией научно-технической информации и т. д. Реализация этих задач возможна на основе активной интеграции информационной компоненты в профессиональное поле будущего специалиста и умения ее применять во всех сферах его деятельности.

Таким образом, речь идет о необходимости формирования и развития интегративной информационно-проектной компетентности у будущего специалиста. Важным звеном при ее формировании является освоение современных систем автоматизированного проектирования, которые сочетают в себе применение вычислительной техники, специального, информационного и методического обеспечения, что составляет одно из дидактических условий повышения уровня инженерно-педагогической подготовки, соответствующего потребностям и перспективам развития рынка труда.

Таким образом, интеграция цифровых технологий в образовательный процесс при подготовке педагога-инженера и их профессиональное освоение позволит обеспечить необходимый уровень качества образования и ускорить адаптацию выпускников к профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинов, В. И. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения / В. И. Блинов [и др.]. – М. : Изд-во «Перо», 2019. – 72 с.
2. Гридюшко, А. И. Модульно-рейтинговая система в структуре подготовки педагога-инженера / А. И. Гридюшко, Е. И. Сафанков // СТЕМ-ОБРАЗОВАНИЕ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ : сб. материалов I Междунар. научно-практ. семинара, г. Кировоград, 28–29 окт. 2016 г. / под общей ред. О. С. Кузьменко и В. В. Фоменко. – Кировоград : КЛАНУ, 2016. – С. 64–67.

Л. Н. ХОМЕНКО¹, Л. А. ДАНИК²

¹УГПУ им. Павла Тычины (г. Умань, Украина)

²БГПУ (г. Бердянск, Украина)

АНАЛИЗ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОТДЕЛКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГИИ

Для детального ознакомления учащихся с элементами украшений швейных изделий рассмотрим последовательное их изучение на уроках технологии. Сначала ученикам объясняют вид отделки, начиная с того, что отделка является одним из элементов композиции одежды. Она подчеркивает конструктивные линии фасона, предоставляя модели законченность.

Важно знать, что вид отделки зависит от назначения изделия, является элементом ее композиции. Ученикам отмечают, что отделка также бывает в виде буф, беек, сборок, бантов, складок и др. [2].

К конструктивно-отделочным элементам относят складки, сборки, буфы, подрезы и т. д. Складки – один из самых распространенных видов отделки, который почти никогда не выходит из моды.

Далее учащихся знакомят с изготовлением защипов. На изделиях из тонких шелковых, хлопковых, льняных, а также шерстяных гладкокрашенных с набивным рисунком тканей застрачивают мелкие складочки, которые называют защипами.

На тонких тканях, таких, как капрон, шифон, крепдешин, защипы застрачивают шириной 0,1 – 0,2 см, на плотных шерстяных тканях ширина их может быть 0,3 см. Застрачивать защипы можно на лицевой и на изнаночной сторонах изделия. Защипы, застроченные на изнаночной стороне, имеют вид рельефных линий, на конце которых образуется мелкая равномерная сборочка. Если защипы размещаются группами, расстояния между ними должны быть одинаковыми.

Необходимо отметить, что защипами застрачивают перед блузки, лиф платья, кокетки, вставки, рукава, а в неотрезных по линии талии платьях их используют вместо выгачки. На изделии и деталях складочки можно размещать в любом направлении, но застрачивать их рекомендуется до раскроя детали на куске ткани и только по продольной нити.

Складочки и расстояния между ними размечают на лицевой стороне, а если застрачивать их на изнаночной стороне, то и размечать нужно на изнанке.

Встречные складки размечают на изнаночной стороне ткани так же, как и односторонние. Глубина их вдвое больше, чем ширина складки в готовом виде, а промежутки между складками размечают в соответствии с фасоном, но ширина их должна составлять не менее, чем ширина двух складок. Сметывают, как и односторонние, а застрачивают по лицевой стороне.

После застрачивания складки приутюживают сначала по изнаночной, а затем по лицевой стороне через влажную ткань так, чтобы сгибы их были направлены друг к другу.

Школьникам важно знать, что разновидностью складок является бант-складки. Этот вид отделки можно размещать на лифе платья или блузки группами в несколько складок. В этом случае их рекомендуется делать шириной 1,5–2,5 см. Если застрачивают одну складку, то лучше ее ширину делать 3–5 см.

Известно, что одним из конструктивных отделочных элементов является сборка. Сборки применяют в качестве отделки или вместо выгачек. Размещают их под кокетками, обшивками горловины, по линии талии, по плечевым срезам, рельефам, подрезам, по окату рукава и т. п. Образуют сборки, стягивая нити, проложенные параллельно друг другу [1].

Интересным дополнением к одежде являются буфы со шнуром. Чтобы сделать такую отделку, на изнаночную сторону детали накладывают подкладку из основной ткани и приметывают. Строчат с лицевой стороны по намеченным линиям. Расстояние между строчками зависит от толщины протянутого шнура (примерно 0,3–0,5 см). Затем между строчками протягивают шнур, ткань присборивают и равномерно распределяют сборки. Концы шнура закрепляют на подложке ручными стежками или машинной двойной строчкой поперек шнура.

При изложении материала ученикам отмечают, что очень интересна отделка вафельными буфами.

Для выполнения вафельных буф по первому варианту на лицевой стороне ткани намечают места размещения их продольными и поперечными линиями с одинаковым расстоянием между ними (примерно 0,7–0,8 см). Затем ткань между линиями закладывают вертикальными складками и выполняют вафельный рисунок по трем складочкам в шахматном порядке. Первую складочку скрепляют двумя-тремя ручными стежками со второй, пропускают нить по средней складочке вниз и скрепляют вторую складочку с третьей (так выполняют работу до конца).

Интересной отделкой к одежде являются рюши. Рюши – это полоски ткани с обработанными краями. Они бывают собранными в центре в сборку, заложенными в складочку или плиссированными. Их изготавливают из ткани изделия или отделочной (другого цвета). К изделиям из тонких шелковых тканей их можно делать из основной ткани. К изделиям из шерстяных или других плотных тканей рюш можно изготовить из тонкой и прозрачной ткани типа капрон, шифон и т. д. [3].

Необходимо отметить, что с большим удовольствием изучается учащимися тема «Воротники», ведь это самый распространенный вид отделки женской и детской одежды.

Конфигурация воротника должна подчеркивать положительные черты внешности. Так, например, женщинам с овальным лицом больше подходят воротники типа шали, узкие, а с лицом удлиненной формы – шире. В зависимости от назначения одежды выбирают и ткань для отделочного воротника.

Для одежды делового назначения подходят воротники из однотонной, чаще всего хлопчатобумажной ткани типа пике, рогожки, а также с рисунком в горох. Воротник можно украсить кантом, бейкой, тесьмой, декоративной строчкой.

Очень удобна съемная отделка, состоящая из воротника и манжет, воротника и планки, воротника и галстука. Для нарядной одежды воротники украшают оборочками, кружевами, а также вышивкой, бусами, шнуром.

Большой популярностью пользуется отделка одежды карманами. Этот материал воспринимается школьниками с большим интересом. В зависимости от назначения одежды выбирают форму кармана и его отделки. Современная мода предлагает использовать карманы самой разнообразной формы. Так, например, карманы типа «форменной одежды» – со встречной складкой и клапаном – подчеркивают спортивный характер костюма. Накладные карманы, украшенные кантом, в зависимости от фактуры канта являются деталью одежды делового и для отдыха стиля (здесь уместны яркие декоративные канты). Естественно, что накладные карманы, украшенные оборкой или кружевом, бахромой или аппликацией, добавляют платьям нарядности и праздничности [2].

Очень интересным для изучения является для учеников отделка сутажом, тесьмой, вьюнчиком, шнуром. Эти виды отделки повторяют, а иногда имитируют чрезвычайно привлекательные нарядные узоры и орнаменты в одежде различного назначения: домашнего, для отдыха, пляжа, спортивного.

Разновидностей тесьмы очень много: хлопчатобумажная, шелковая, вискозная, шерстяная и парчовая; однотонная, клетчатая, пестрая; с люрексом, мишурой и фольгой, с петлеобразными узорными краями, гладкая, с выпуклым рисунком, ажурная; с отверстиями различных форм и размеров, в которые можно затягивать шнур, ленту, бархотку.

Следовательно, изучение элементов отделки швейных изделий начинается с самых простых: бейки, рюш, складки, волан и т. д. – и заканчивается более сложным и популярным видом отделки – сутажем, вьюнчиком, тесьма и шнур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горобчишина, В. С. Довідник технологічних послідовностей виготовлення одягу : навч. посіб. / В. С. Горобчишина. – Львів : Новий Світ-2000, 2008. – 292 с.
2. Єжова, О. В. Технологія оброблення швейних виробів : навчальний посібник / О. В. Єжова, О. В. Гур'янова. – Київ, 2017. – 256 с.
3. Малко, Л. Р. Практикум з крою та шиття: обробка поясного одягу : навчальний посібник / Л. Р. Малко. – Дрогобич : РВВ ДДПУ ім. Івана Франка, 2010. – 92 с.

Е. А. ШУТОВА, В. П. ДУБОДЕЛ

УО МГПУ ім. І. П. Шамякіна (г. Мозырь, Беларусь) (без вычитки)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭУМК ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС»

Одним из важнейших направлений Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь является разработка электронных средств обучения, которые используются для поддержания учебного процесса с помощью информационных компьютерных технологий по всем формам получения образования. Примером электронных средств обучения являются электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК), в наиболее общем виде представляющие собой программные мультимедиа-продукты учебного назначения, которые могут содержать систематизированные теоретические, практические, контролирующие материалы, построенные на принципах интерактивности [1, с. 368].

Главными задачами ЭУМК по учебной дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс», рекомендуемого студентам специальности «Профессиональное обучение (строительство)», являются: повышение мотивации самостоятельной учебной деятельности студентов; обеспечение самостоятельной работы студентов информационным материалом и программой действий; создание условий

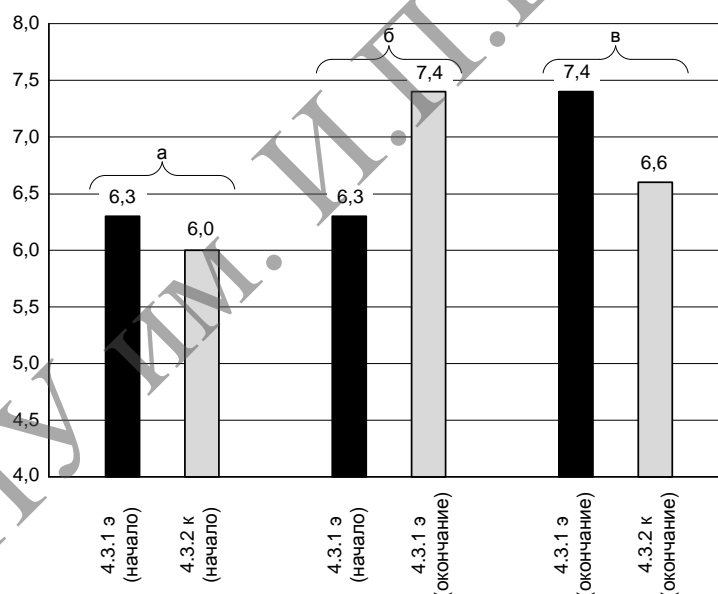
для индивидуализации и дифференциации обучения; совершенствование процесса формирования интеллектуальных способностей, знаний, умений и навыков у будущих педагогов-инженеров; формирование навыков учебной деятельности – самостоятельной работы с информацией; содействие реализации системы контроля и самоконтроля результатов обучения.

ЭУМК «Конструкции из дерева и пластмасс» разработан на базе системы управления moodle.msru.by и функционирует в рамках локальной сети учреждения образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина». Строеие и содержание комплекса содействуют системному усвоению учебного материала и привлечению студентов практически во все этапы процесса обучения: от знакомства с целями обучения до рефлексии и оценки (самооценки) образовательных результатов через промежуточное тестирование (самопроверка) и итоговое тестирование по темам. Комплекс содержит материалы, обеспечивающие самостоятельную учебную деятельность студентов (методические рекомендации, алгоритмы решения, глоссарий, блок задач для самостоятельного выполнения, проблемные задания, тестовые задания для самоконтроля, рекомендуемую литературу и т. д.). Модульная основа представления учебного материала дает возможность студентам изучать учебный материал в любой последовательности.

Рассмотрение подходов к осуществлению и проектированию процесса обучения, базирующегося на применении ЭУМК, было реализовано во время эксперимента.

Экспериментальная проверка эффективности применения ЭУМК осуществлялась анализом данных, полученных при обучении студентов контрольных и экспериментальных групп путем решения практических и теоретических задач, выполнения тестовых заданий по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс».

После проведения практических занятий был выполнен анализ выборочного среднего отметок для каждого испытуемого, затем были рассчитаны выборочные средние для каждой подгруппы с помощью фильтрации данных и статистической функции MS Excel (рисунок 1).



**а – начальный уровень успеваемости по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс»,
б – уровень знаний, умений и навыков экспериментальных подгрупп в начале и конце эксперимента,
в – соотношение уровней знаний, умений и навыков экспериментальных и контрольных подгрупп после завершения эксперимента**

Рисунок 1. – Анализ успеваемости испытуемых студентов

Исследование полученных результатов демонстрирует факт положительной динамики роста уровня знаний, умений и навыков при изучении дисциплины «Конструкции из дерева и пластмасс» с использованием ЭУМК в образовательном процессе. Оценка эффективности предложенного ЭУМК осуществлялась с использованием математической статистики. При изучении гипотез мы применяли критерий Крамера–Уэлча. Эмпирическое значение данного критерия вычисляли, основываясь на данных

об объемах M и N выборок x и y , выборочных средних \bar{x} и \bar{y} и выборочных дисперсиях D_x и D_y анализируемых выборок. Эти значения рассчитывались с помощью статистических функций в ТП MS Excel. $T_{эмп}$ вычислялось по следующей формуле [2, с. 46]:

$$T_{эмп} = \frac{\sqrt{M \cdot N \cdot [\bar{x} - \bar{y}]}}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}}$$

В результате проведенных расчетов мы получили $T_{эмп} = 3,56$ для констатирующего этапа и $T_{эмп} = 6,86$ для формирующего этапа. Сопоставляем характеристики контрольной и экспериментальной подгрупп в ходе проведения констатирующего этапа: $T_{эмп} = 3,56 > 1,96$. Гипотеза совпадения характеристик контрольной и экспериментальной групп до начала эксперимента принимается на уровне значимости 0,95. Рассчитываем по формуле Крамера-Уэлча значение $T_{эмп} = 6,86 > 1,96$ и сравниваем характеристики контрольной и экспериментальной подгрупп после окончания эксперимента. Достоверность различий характеристик контрольной и экспериментальной подгрупп после окончания эксперимента составляет 95 %, следовательно, первоначальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной подгрупп, оказываются сходными, а итоговые (после окончания эксперимента) – отличаются. Таким образом, можно сделать вывод, что результат преобразований предопределен именно использованием экспериментальной методики обучения. Проведенное исследование показало, что процесс обучения будет более продуктивным, если наряду с традиционными средствами обучения будет применяться специально разработанный ЭУМК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Татаринцев, А. И. Электронный учебно-методический комплекс как компонент информационно-образовательной среды педагогического вуза / А. И. Татаринцев // Теория и практика образования в современном мире : материалы Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, фев. 2012 г.). – СПб. : Реноме, 2012. – Том II. – С. 367–370.
2. Новиков, Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М. : МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.



Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики

А. А. АГИШЕВА¹, А. С. ТУСУПБЕКОВА²

¹АРУ им. К. Жубанова (г. Актобе, Казахстан)

²КазНУ им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОПЫТОК ПЕРЕСМОТРА ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ АТОМА

Представляем результат критического осмысления опубликованного в [1] подхода д. п. н., профессора Н. К. Ахметова к существующему противоречию таблицы Д. И. Менделеева, заключающемуся в расхождении числа электронов на внешних электронных слоях с числом электронов, рассчитанных по формуле $N = 2n^2 (I)$.

Прежде всего, немного терминологии. Традиционно электронная оболочка атома делится на уровни согласно главному квантовому числу ($n = 1, 2, 3 \dots$), подуровни согласно орбитальному квантовому числу ($l = 0(s), 1(p), 2(d) \dots$) и орбитали согласно магнитному квантовому числу (m). В обсуждаемой работе встречаются такие термины, как «внешние электронные оболочки» (по-видимому, уровни), «электронные слои» (также уровни), «квантовые орбитали» (в смысле – подуровни) и даже «ряды орбиталей». Такое непостоянство определений усложняет понимание вносимых изменений, а именно, попарное объединение 2-го и 3-го, 4-го и 5-го, а также 6-го и 7-го периодов Д. И. Менделеева. Далее объединенные пары периодов называются «энергетическими уровнями», а сами периоды – «подслоями» и «подуровнями», в результате чего понять, о каких структурах идет речь, становится еще более сложно.

В своей работе профессор Н. К. Ахметов справедливо отмечает выдающуюся роль периодического закона и существующие несоответствия, не дающие полностью реализовать потенциал таблицы Д. И. Менделеева. При этом ученый полагает, что рассчитываемое по формуле I количество электронов становится больше зарядов атомных ядер элементов периода, а этого не может быть в принципе из-за электронейтральности атома элемента. Здесь следует напомнить, что главное квантовое число (номер периода) определяет число различных электронных орбиталей (подуровней), заполняющихся на данном уровне. Так, для главного квантового числа $n=7$ должно существовать 7 подуровней с максимальным количеством электронов, равным 98: $7s^2 7p^6 7d^{10} 7f^{14} 7g^{18} 7h^{22} 7i^{26}$. Поэтому в данном случае несоответствие связано не с нарушением принципа электронейтральности атома, а, скорее всего, с проблематичностью достижения подуровней $7g, 7h$ и $7i$, которые должны заполняться после $10s, 11s$ и $12s$ -подуровней при известном на сегодняшний день максимальном $7p$ -подуровне 118-го элемента.

В качестве противоречия также указывается вопрос последовательности заполнения электронных орбиталей, когда 3d-орбитали заполняются только после 4s-орбиталей. Хотя правило Клечковского необходимо и достаточно обосновывает эту закономерность.

Прочность электронной конфигурации инертных газов объясняется профессором Ахметовым Н. К. вероятным образованием внешними электронами завершенной сферы в форме шара. Однако, орбиталь – это математическая функция, описывающая движение электрона. Графическое изображение орбиталей – это лишь отображение изоповерхности, заключающей в себе область пространства с большой вероятностью нахождения в ней электрона и лишь в упрощенном изложении представляющей такую область пространства.

Далее предложенная профессором Ахметовым Н. К. новая формула $N = (2n)^2$ (II) (где N – общее число электронов внешнего слоя соответствующего периода; n – главное квантовое число (номер периода); 2 – число подуровней в электронном внешнем слое; квадрат степени – эмпирически подобранное число), имея рациональное зерно в своей подаче, некорректно описано и не соответствует общему числу электронов внешнего слоя. Следует описать N как общее число электронов, появляющихся в периоде (но никак не общее число электронов внешнего слоя периода). При таком описании общее число вновь появляющихся электронов равно числу элементов в периоде и равно N в формуле II.

Профессор Ахметов Н. К. предлагает значение коэффициента «2» в формуле II в качестве числа подуровней в электронном внешнем слое, тем самым подтверждая необходимость введения подпериодов «first» и «second». Думается, правильнее оставить значение этого параметра в качестве количества электронов на каждой электронной орбитали, соответствующей каждому набору традиционных квантовых чисел **n, l, m**, то есть двум спиновым квантовым числам $s=+1/2$ и $s=-1/2$.

Показатель степени, равный двум, трактуется как эмпирически подобранное число, позволяющее произвести общий подсчет электронов соответствующего уровня. Следует еще раз уточнить, что N в формуле II дает число электронов орбиталей, заполняемых в данном периоде, но не общее число электронов в периоде. Кроме того, появление квадратной степени вполне закономерно, поскольку каждое последующее орбитальное квантовое число приносит два новых значения магнитного квантового числа. Так, для n=1 и l=0 m имеет одно значение, для n=2 и l=1 m имеет три значения, для n=3 и l=2 m имеет пять значений, для n=4 и l=3 m имеет семь значений и т. д. Число заполняемых орбиталей в данном периоде находится по формуле суммы первых n членов арифметической прогрессии: $S_n = \frac{2a_1 + (n-1)d}{2} * n$. При $a_1=1$ и $d=2$ имеем $S_n = \frac{2+(n-1)*2}{2} * n = \frac{2+n}{2} * n = n * n = n^2$. Соответственно, количество электронов в заполняемых орбиталях одного периода $N = 2n^2$ или в варианте профессора Н. К. Ахметова $N = (2n)^2$.

Периоды таблицы Менделеева 2, 4, 6 названы «first», а периоды 3, 5, 7 названы «second». При попарном объединении периодов, предлагаемом ученым, не должны быть потеряны номера прежних периодов, поскольку номер периода Д. И. Менделеева определяет число электронных слоев в атоме. Кроме того, номер традиционного периода используется правилом Клечковского (правилом Маделунга, принципом Ауфбау) для описания энергетического распределения орбиталей.

Наконец, недопустимой ошибкой считаем замену прежней записи «4s²3d¹⁰4p⁶» на новую запись «first 3s²3d¹⁰3p⁶» и прежней «5s²4d¹⁰5p⁶» на новую «second 3s²3d¹⁰3p⁶». И здесь дело уже не просто в замене записи, а в нарушении квантовомеханической теории электронного строения атомов и противоречии результатам экспериментальной спектроскопии.

Попытки привлечь в качестве доказательной базы рассматриваемого подхода постулаты Бора сводятся к получению частного 2π в результате деления «гипотетических площадей поверхности внешних электронных слоев атомов» на значения числа электронов, найденные по формуле II. Численные значения были получены из формулы площади поверхности шара $S = 4\pi r^2$. Тогда, $S/N = 4\pi r^2 / (2n)^2$. Как видно, при $r = n = 1, 2, 3 \dots$ несложно получить частное π. Однако вряд ли такие математические манипуляции смогут стать безусловным доказательством рассматриваемых дополнений к периодической таблице. Также закон Мозли связывает характеристики рентгеновского излучения атома с порядковым номером элемента и не может быть доказательством производимых нововведений, касающихся понятия главного квантового числа.

Таким образом, новый подход достаточно интересен. С учетом вносимых поправок можно утверждать, что наука находится на пути переосмысления сущности периодического закона, в частности, возможного изменения базового понятия главного квантового числа [2; 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Almaty, Kazakhstan.; Akhmetov, N. K. THE CONTRADICTION OF THE TABLE OF D. I. MENDELEEV AND THEIR ELIMINATION. Int. J. Adv. Res. 2020, 8 (9), 665–673. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/11705>.

2. Принятие подобия периодов системы Д. И. Менделеева как новый этап в эволюции периодического закона / Н. Т. Манапов [и др.] // мат. респ. Круглого стола «Современные проблемы естественных наук». – Алматы, 2013. – С. 20–25.

3. Возможная математическая (алгебраическая) формулировка периодического закона химических элементов / И. Н. Нурлыбаев // Рос.- кит. науч. журнал «Содружество». – Ежемесячн. научн. журнал. – Новосибирск. – № 3 (3). – 2016. – Ч. 2. – С. 125–128.

Н. А. АХРАМЕНКО, А. П. ПАВЛЕНКО, Е. И. ДОЦЕНКО

УО БелГУТ (г. Гомель, Беларусь)

ОЦЕНКА НЕОДНОРОДНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ВНУТРИ ВИТКА С ТОКОМ

Индукцию магнитного поля системы токов можно определить путем использования закона Био-Савара-Лапласа [1–5]. Классической задачей на эту тему является задача о нахождении индукции магнитного поля кругового тока. Решение этой задачи в рамках общего курса физики представлено, как правило, только для точек, лежащих на оси витка [1–5]. В связи с этим в данной работе рассмотрена возможность использования закона Био-Савара-Лапласа и для точек внутри витка с током (перпендикулярно оси).

Рассмотрим круговой ток радиуса R и элемент тока $I d\vec{l}$ (рисунок 1).

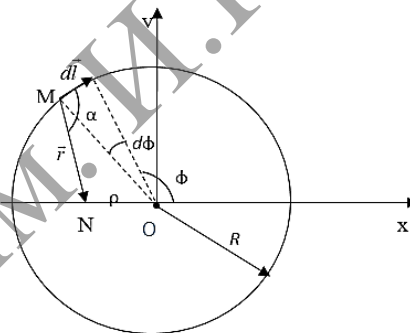


Рисунок 1

Найдем вначале индукцию магнитного поля элемента тока в точке, расположенной на расстоянии ρ (ON) от центра окружности. Согласно закону Био-Савара-Лапласа магнитная индукция, создаваемая элементом тока

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I [d\vec{l} \times \vec{r}]}{4\pi r^3}, \quad (1)$$

где μ_0 – магнитная постоянная, I – величина силы тока, вектор \vec{r} направлен от элемента тока к исследуемой точке.

Величина магнитной индукции

$$dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin \alpha, \quad (2)$$

где α – угол между векторами $d\vec{l}$ и \vec{r} .

Вектор $d\vec{B}$ будет в данном случае направлен за плоскость рисунка.

Учитывая, что $dl = R d\varphi$ выражение (2) можно представить в виде

$$dB = \frac{\mu_0 IR d\varphi}{4\pi r^2} \sin \alpha. \quad (3)$$

Используя теорему косинусов для треугольника ONM и угла $(\pi - \varphi)$, можно записать

$$r^2 = \rho^2 + R^2 - 2\rho R \cos(\pi - \varphi) \quad \text{или} \quad r^2 = \rho^2 + R^2 + 2\rho R \cos \varphi. \quad (4)$$

Подставив из (4) r^2 в выражение (3), получим

$$dB = \frac{\mu_0 IR d\varphi}{4\pi(\rho^2 + R^2 + 2\rho R \cos \varphi)} \sin \alpha. \quad (5)$$

Используя теорему косинусов для треугольника ONM и угла $(\alpha - \pi/2)$, можно записать

$$\rho^2 = r^2 + R^2 - 2rR \cos(\alpha - \frac{\pi}{2}) \quad \text{или} \quad \rho^2 = r^2 + R^2 - 2rR \sin \alpha. \quad (6)$$

Из соотношения (6) получаем

$$\sin \alpha = \frac{r^2 + R^2 - \rho^2}{2rR}. \quad (7)$$

Подставив из (4) r^2 в выражение (7), получим

$$\sin \alpha = \frac{R + \rho \cos \varphi}{r} = \frac{R + \rho \cos \varphi}{\sqrt{\rho^2 + R^2 + 2\rho R \cos \varphi}}. \quad (8)$$

С учетом (8) выражение (5) преобразуется к виду

$$dB = \frac{\mu_0 IR(R + \rho \cos \varphi) d\varphi}{4\pi(\rho^2 + R^2 + 2\rho R \cos \varphi)^{1.5}}. \quad (9)$$

Проинтегрировав по всей длине витка, получим

$$B = 2 \int_0^\pi \frac{\mu_0 IR(R + \rho \cos \varphi) d\varphi}{4\pi(\rho^2 + R^2 + 2\rho R \cos \varphi)^{1.5}}. \quad (10)$$

Отношение ρ/R заменим параметром k , тогда соотношение (10) переписется в виде

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \int_0^\pi \frac{(1 + k \cos \varphi) d\varphi}{(1 + k^2 + 2k \cos \varphi)^{1.5}} \quad (11)$$

Интеграл в (11) определяется величиной параметра k , который для точек внутри окружности меньше единицы.

Вычисленные значения интеграла (С) для некоторых значений k представлены в таблице 1.

Таблица 1.

k	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
C	3,1416	3,1654	3,2395	3,3733	3,5856	3,9132
k	0,6	0,7	0,8	0,9	0,99	0,999
C	4,4315	5,3163	7,0908	12,334	103,36	1004,5

При значении параметра $k = 0$ получаем точку в центре витка. При этом значение интеграла становится равным π . После сокращения на π выражение (11) преобразуется к виду

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}. \quad (12)$$

В центре витка величина магнитной индукции является минимальной. При удалении от центра она возрастает. Оценим неоднородность магнитного поля при удалении от центра окружности. По отношению к индукции в центре она больше на 3,12 % при $k = 0,2$; на 14,1 % при $k = 0,4$; на 41,06 % при $k = 0,6$; на 125,7 % при $k = 0,8$. При приближении к проводнику она резко возрастает, аналогично, как и для индукции магнитного поля бесконечного прямого тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сивухин, Д. В. Электричество / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1983. – 703 с.
2. Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, Л. Б. Милковская. – М. : Высш. шк., 1977. – 375 с.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3 т. – Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1988. – 480 с.
4. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. шк., 1983. – 463 с.
5. Тамм, И. Е. Основы теории электричества / И. Е. Тамм. – М. : Физматлит, 2003. – 616 с.

V. BALAN,¹ M. NEAGU²

¹University Politehnica of Bucharest (Bucharest, Romania)

²Transilvania University of Braşov (Braşov, Romania)

RICCI AND DEFLECTION d-TENSOR IDENTITIES ON THE DUAL 1-JET SPACE $J^{1*}(\mathbb{R}, M)$

On the dual 1-jet space $J^{1*}(\mathbb{R}, M)$ endowed with a nonlinear connection, for a given h -normal N -linear connection of Cartan type, we describe the Ricci and non-metrical deflection d-tensor identities in terms of its local d-torsions and d-curvatures.

Let $h_{11}(t)$ be a semi-Riemannian metric on \mathbb{R} , together with its Christoffel symbol $\chi_{11}^1 = \frac{h^{11}}{2} \frac{dh_{11}}{dt}$. Then, on the dual 1-jet space $E^* = J^{1*}(\mathbb{R}, M)$, an h -normal N -linear connection [1]

$$CD\Gamma(N) = \left(\chi_{11}^1, A_{j1}^i, H_{jk}^i, C_{j(1)}^{i(k)} \right), \quad (1)$$

whose local components verify the relations $H_{jk}^i = H_{kj}^i$ and $C_{j(1)}^{i(k)} = C_{j(1)}^{k(i)}$, is called an h -normal N -linear connection of Cartan type on E^* . Because the d-torsions $T_{jk}^i = H_{jk}^i - H_{kj}^i$ and $S_{(r)(1)(1)}^{(1)(i)(j)} = -\left(C_{r(1)}^{i(j)} - C_{r(1)}^{j(i)} \right)$ identically vanish, it follows that the torsion tensor \mathbf{T} of the connection (1) is characterized by six effective adapted local d-tensors. At the same time, its curvature tensor \mathbf{R} is characterized by five effective adapted local d-tensors. These local torsion and curvature d-tensors are described in [3].

Theorem 1 The next local Ricci identities of the connection (1) hold true:

(1) – the $h_{\mathbb{R}}$ -Ricci identities:

$$\begin{aligned} X_{/1|k}^1 - X_{|k/1}^1 &= -X_{|r}^1 T_{1k}^r - X^1 |_{(1)}^{(r)} R_{(r)1k}^{(1)}, \\ X_{|j|k}^1 - X_{|k|j}^1 &= -X^1 |_{(1)}^{(r)} R_{(r)jk}^{(1)}, \\ X_{/1|1}^{(k)} - X^1 |_{(1)/1}^{(k)} &= -X^1 |_{(1)}^{(r)} P_{(r)1(1)}^{(1)(k)}, \\ X_{|j|1}^{(k)} - X^1 |_{(1)|j}^{(k)} &= -X_{|r}^1 C_{j(1)}^{r(k)} - X^1 |_{(1)}^{(r)} P_{(r)j(1)}^{(1)(k)}, \\ X^1 |_{(1)|1}^{(j)(k)} - X^1 |_{(1)}^{(k)} |_{(1)}^{(j)} &= 0; \end{aligned}$$

(2) – the h_M -Ricci identities:

$$\begin{aligned} X_{/1|k}^i - X_{|k/1}^i &= X^r R_{r1k}^i - X_{|r}^i T_{1k}^r - X^i |_{(1)}^{(r)} R_{(r)1k}^{(1)}, \\ X_{|j|k}^i - X_{|k|j}^i &= X^r R_{rjk}^i - X^i |_{(1)}^{(r)} R_{(r)jk}^{(1)}, \\ X_{/1|1}^{(k)} - X^1 |_{(1)/1}^{(k)} &= X^r P_{r1(1)}^{(k)} - X^i |_{(1)}^{(r)} P_{(r)1(1)}^{(1)(k)}, \\ X_{|j|1}^{(k)} - X^1 |_{(1)|j}^{(k)} &= X^r P_{rj(1)}^{(k)} - X_{|r}^i C_{j(1)}^{r(k)} - X^i |_{(1)}^{(r)} P_{(r)j(1)}^{(1)(k)}, \\ X^i |_{(1)|1}^{(j)(k)} - X^i |_{(1)}^{(k)} |_{(1)}^{(j)} &= X^r S_{r(1)(1)}^{i(j)(k)}, \end{aligned}$$

(3) – the ν -Ricci identities:

$$\begin{aligned} X_{(i)/1k}^{(1)} - X_{(i)|k/1}^{(1)} &= X_{(r)}^{(1)} R_{i1k}^r - X_{(i)|r}^{(1)} T_{1k}^r - X_{(i)}^{(1)} |_{(r)}^{(1)} R_{(r)1k}^{(1)}, \\ X_{(i)|j|k}^{(1)} - X_{(i)|k|j}^{(1)} &= X_{(r)}^{(1)} R_{ijk}^r - X_{(i)}^{(1)} |_{(1)}^{(r)} R_{(r)jk}^{(1)}, \\ X_{(i)/1}^{(1)} |_{(1)}^{(k)} - X_{(i)}^{(1)} |_{(1)/1}^{(k)} &= X_{(r)}^{(1)} P_{i1(1)}^{r(k)} - X_{(i)}^{(1)} |_{(1)}^{(r)} P_{(r)1(1)}^{(1)(k)}, \\ X_{(i)|j}^{(1)} |_{(1)}^{(k)} - X_{(i)}^{(1)} |_{(1)|j}^{(k)} &= X_{(r)}^{(1)} P_{ij(1)}^{r(k)} - X_{(i)|r}^{(1)} C_{j(1)}^{r(k)} - X_{(i)}^{(1)} |_{(1)}^{(r)} P_{(r)j(1)}^{(1)(k)}, \\ X_{(i)}^{(1)} |_{(1)}^{(j)} |_{(1)}^{(k)} - X_{(i)}^{(1)} |_{(1)}^{(k)} |_{(1)}^{(j)} &= X_{(r)}^{(1)} S_{i(1)(1)}^{r(j)(k)}, \end{aligned}$$

where

$$X = X^1 \frac{\delta}{\delta t} + X^i \frac{\delta}{\delta x^i} + X_{(i)}^{(1)} \frac{\partial}{\partial p_i^1}$$

is an arbitrary d-vector field on the dual 1-jet space E^* .

Proof. Let (Y_A) and (ω^A) , where $A \in \{1, i_{(i)}^{(1)}\}$, be the dual bases adapted to the nonlinear connection N on E^* , and let $X = X^F Y_F$ be a d-vector field on E^* . In this context, we use the following true equalities (applied for the connection D given by (1)):

1. $[Y_B, Y_C] = R_{BC}^F Y_F$;
2. $D_{Y_C} Y_B = \Gamma_{BC}^F Y_F$;
3. $D_{Y_C} \omega^B = -\Gamma_{BC}^B \omega^F$;
4. $\mathbf{T}(Y_C, Y_B) = \mathbf{T}_{BC}^F Y_F = \{\Gamma_{BC}^F - \Gamma_{CB}^F - R_{CB}^F\} Y_F$;
5. $\mathbf{R}(Y_C, Y_B) Y_A = \mathbf{R}_{ABC}^F Y_F$;
6. $[\mathbf{R}(Y_C, Y_B) X] \otimes \omega^B \otimes \omega^C = \{D_{Y_C} D_{Y_B} X - D_{Y_B} D_{Y_C} X - D_{[Y_C, Y_B]} X\} \otimes \omega^B \otimes \omega^C$.

By direct calculation we get the equalities

$$X_{:B:C}^A - X_{:C:B}^A = X^F \mathbf{R}_{FBC}^A - X_F^A \mathbf{T}_{BC}^F, \quad (2)$$

where " : G " represents one from the local covariant derivatives " / 1 ", " | j " or " | $_{(1)}^{(j)}$ " produced by the h -normal N -linear connection of Cartan type (1).

Taking into account in (2) that the indices A, B, C, \dots belong to the set $\{1, i_{(i)}^{(1)}\}$, and using the particular features of the h -normal N -linear connection of Cartan type (1), by complicated computations, we find what we were looking for (see also the papers [1] and [3]).

Now, let us consider the canonical Liouville-Hamilton d-tensor field of momenta on E^* , which is given by $\mathbb{C}^* = p_i^1 (\partial / \partial p_i^1)$. In this context, for the h -normal N -linear connection of Cartan type (1), we construct the *non-metrical deflection d-tensors*, by putting

$$\Delta_{(i)1}^{(1)} = p_{i/1}^1, \quad \Delta_{(i)j}^{(1)} = p_{i|j}^1, \quad \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(j)} = p_i^1 |_{(1)}^{(j)},$$

where " / 1 ", " | j " and " | $_{(1)}^{(j)}$ " are the local covariant derivatives produced by the connection (1).

By direct local computations, we deduce that the non-metrical deflection d-tensors of the h -normal N -linear connection of Cartan type (1) are given by

$$\Delta_{(i)1}^{(1)} = -N_{[1](i)1}^1 - A_{i1}^r p_r^1 + A_{11}^1 p_i^1, \quad \Delta_{(i)j}^{(1)} = -N_{[2](i)j}^1 - H_{ij}^r p_r^1, \quad \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(j)} = \delta_i^j C_{i(1)}^{r(j)} p_r^1,$$

where $N = (N_{[1](i)1}^1, N_{[2](i)j}^1)$ is the given nonlinear connection on E^* .

Applying now the preceding (ν)-set of Ricci identities to the components of the canonical Liouville-Hamilton d-vector field of momenta, we find

Corollary 2 *The following non-metrical deflection d-tensor identities, associated with the h -normal N -linear connection of Cartan type (1), are true:*

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta_{(i)1k}^{(1)} - \Delta_{(i)k/1}^{(1)} &= p_r^1 R_{i1k}^r - \Delta_{(i)r}^{(1)} T_{1k}^r - \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(r)} R_{(r)1k}^{(1)} \\ \Delta_{(i)j|k}^{(1)} - \Delta_{(i)k|j}^{(1)} &= p_r^1 R_{ijk}^r - \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(r)} R_{(r)jk}^{(1)} \\ \Delta_{(i)1}^{(1)} |_{(1)}^{(k)} - \vartheta_{(i)(1)/1}^{(1)(k)} &= p_r^1 P_{i1(1)}^{r(k)} - \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(r)} P_{(r)1(1)}^{(1)(k)} \\ \Delta_{(i)j}^{(1)} |_{(1)}^{(k)} - \vartheta_{(i)(1)|j}^{(1)(k)} &= p_r^1 P_{ij(1)}^{r(k)} - \Delta_{(i)r}^{(1)} C_{j(1)}^{r(k)} - \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(r)} P_{(r)j(1)}^{(1)(k)} \\ \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(j)} |_{(1)}^{(k)} - \vartheta_{(i)(1)}^{(1)(k)} |_{(1)}^{(j)} &= p_r^1 S_{i(1)(1)}^{r(j)(k)}. \end{aligned} \right. \quad (3)$$

REFERENCES

1. Atanasiu, Gh. The Geometry of Jet Multi-Time Lagrange and Hamilton Spaces. Applications in Theoretical Physics / Gh. Atanasiu, M. Neagu, A. Oană. – Bucharest : Fair Partners, 2013.
2. Miron, R. Hamilton geometry / R. Miron // An. Șt. "Al. I. Cuza" Univ., Iași, Romania. – 1989. – Vol. 35. – P. 33–67.
3. Neagu, M. On dual jet N -linear connections in the time-dependent Hamilton geometry / M. Neagu, A. Oană // Annals of the University of Craiova – Mathematics and Computer Science Series, Romania. – 2021. – P. 1–16 (in press).

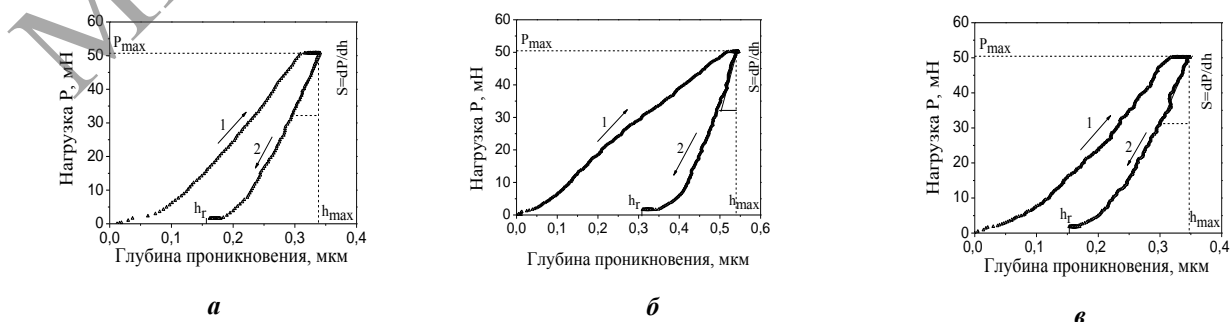
М. М. БАРКОВСКАЯ, Р. А. ПУЛЯШКО
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Твердость H и модуль Юнга E являются важными характеристиками, определяющими механические свойства покрытий. Так, твердость характеризует сопротивление материала упругой и пластической деформации при вдавливании индентора и определяется пределом текучести. Величина отношения твердости к модулю Юнга H/E определяется как стойкость материала к упругой деформации разрушения, которая является показателем вклада остаточной и упругой деформации покрытия при механическом воздействии, а параметр H^3/E^2 применяется для оценки сопротивления материала пластической деформации [1]. Отсюда следует, что для повышения стойкости к упругой деформации разрушения и уменьшения пластической деформации формируемое покрытие должно обладать высокой твердостью и низким модулем Юнга.

В данной работе покрытия на основе системы Ti-Cr-N были сформированы вакуумно-дуговым методом при совмещении плазменных потоков Ti и/или Cr в среде реакционного газа – азота [2]. Механические характеристики сформированных покрытий исследовались методом непрерывного индентирования, информационные возможности которого намного превосходят возможности статического индентирования. Его сущность заключается в том, что в исследуемый материал внедряется индентор, и при этом регистрируют два параметра: нагрузку P и глубину внедрения индентора h . В результате получается состоящая из нагрузочной и разгрузочной ветвей диаграмма нагружения индентора ($P-h$ диаграмма), по которой определяется твердость покрытия. Кривая нагружения характеризует сопротивление материала внедрению жесткого индентора и отражает пластические деформации исследуемого материала. Разгрузочная кривая определяет, главным образом, упругие свойства.

На рисунке 1 приведены $P-h$ диаграммы для покрытий на основе системы Ti-Cr-N, осажденных на сталь Ст3, для анализа которых использовался метод Оливера-Фарра [1; 3]. Полученные из $P-h$ диаграмм значения твердости и модуля Юнга покрытий, а также результаты расчетов параметров H/E и H^3/E^2 представлены в таблице. Наибольшее значение величины H/E – 0,11 имеет покрытие $Ti_{0,6}Cr_{0,4}N$, обладающее высокой твердостью 35,9 ГПа и минимальным модулем Юнга 285 ГПа. Это свидетельствует об увеличении удельного вклада остаточной деформации по сравнению с упругой деформацией. Следует отметить, что изменение механических характеристик, в частности твердости, связано с изменением структурного состояния покрытий (стехиометрией, размером зерна) [2].



1 – кривая нагружения; 2 – кривая разгрузки;
а – покрытие TiN, б – покрытие CrN, в – покрытие $Ti_{0,6}Cr_{0,4}N$

Рисунок 1. – $P-h$ диаграммы покрытий при максимальной нагрузке на индентор Берковича равной 50 мН

Таблица – Механические характеристики вакуумно-дуговых покрытий (измерено при максимальной нагрузке на индентор Берковича равной 50 мН)

Покрытие	H , ГПа	E , ГПа	H/E	H^3/E^2 , ГПа
Сталь Ст3	1,9±0,1	178±6	–	–
TiN	30,8±0,7	320±8	0,09	0,28
CrN	19,8±0,5	213±13	0,09	0,17
Ti _{0,6} Cr _{0,4} N	35,9±0,7	285±8	0,12	0,57

Анализ зависимостей H/E для различных материалов показал [4], что покрытия могут быть собраны в группу в соответствии со своим структурным состоянием. Так, к первой группе относятся кристаллические материалы с отношением $H/E < 0,04$, ко второй группе с отношением $H/E 0,05–0,09$ – мелкокристаллические материалы, подвергнутые высоким степеням деформации, а третью группу представляют материалы в аморфном и нанокристаллическом состояниях с отношением $H/E > 0,1$. Тогда, согласно этой классификации, исследуемые покрытия TiN и CrN принадлежат второй группе – мелкокристаллические материалы; а покрытие Ti_{0,6}Cr_{0,4}N, имеющее нанокристаллическую структуру со средним размером зерна не менее 6–8 нм [2], – к третьей группе.

Параметр H^3/E^2 является показателем стойкости материала к пластической деформации и позволяет оценить эффективность защиты покрытия, подвергнувшегося внешней нагрузке, т. е. стойкость покрытия к трещинообразованию. К настоящему времени не существует данных о том, какое максимальное значение должен иметь параметр H^3/E^2 , при котором в покрытии не формировались бы трещины. Анализ литературных данных [1; 3; 5] показывает, что стойкость покрытия к трещинообразованию возрастает при увеличении параметра H^3/E^2 . Кроме этого, стойкость покрытий к пластической деформации, т. е. параметр H^3/E^2 должен быть максимален для того, чтобы улучшилось упругое восстановление покрытия W_e и его ударную вязкость. Полученные в данной работе покрытия имеют значение параметра H^3/E^2 в диапазоне от 0,17 до 0,57 ГПа, где максимальное значение соответствует покрытию Ti_{0,6}Cr_{0,4}N.

Стоит отметить, что для многих материалов высокие значения H/E являются показателем высокой износостойкости [2; 4; 5]. Поскольку покрытие Ti_{0,6}Cr_{0,4}N имеет высокое значение параметра $H/E – 0,12$, а его модуль упругости составляет 285 ГПа и близок к модулю Юнга материала подложки (187 ГПа), то можно предположить, что данное покрытие обнаружит высокие эксплуатационные показатели при работе в условиях абразивного и ударного износа. Кроме этого, одним из бесспорных преимуществ сформированных покрытий с низким модулем упругости является их лучшее соответствие стальным подложкам ($E = 1780$ ГПа), что приводит к минимизации упругих напряжений на границе раздела «покрытие-подложка» и внутренних остаточных напряжений в системе. Это, в свою очередь, может приводить к существенному уменьшению износа.

Таким образом, используя связь между параметрами H , E и H^3/E^2 , можно спрогнозировать механическое поведение сформированных вакуумно-дуговых покрытий, в частности, определить связь между износостойкостью покрытия и его структурно-фазовым состоянием. Важным преимуществом является возможность получения покрытий на основе системы Ti-Cr-N, обладающих одинаковой твердостью и различным модулем Юнга, что позволяет подбирать защитные покрытия для конкретных целей и задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головин, Ю. И. Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикронных, тонких приповерхностных слоях и пленках / Ю. И. Головин // Физика твердого тела. – 2008. – Т. 50, Вып. 12. – С. 2113–2142.
2. Барковская, М. М. Состав и коррозионная стойкость покрытий на основе нитридов титана и хрома / М. М. Барковская, В. В. Углов, В. В. Ходасевич // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2011. – № 4. – С. 1–6.
3. Наноструктурные покрытия / под ред. А. Кавалейро, Д. де Хоссона. – М. : Техносфера, 2011. – 752 с.
4. Сопоставление характеристик вакуумно-дуговых наноструктурных TiN покрытий, осаждаемых при подаче на подложку высоковольтных импульсов / В. М. Шулаев [и др.] // Физическая инженерия поверхности. – 2007. – Т. 5, № 1–2. – С. 94–97.
5. Musil, J. Hard and superhard nanocomposite coatings / J. Musil // Surface and Coatings Technology. – 2000. – Vol. 125. – P. 322–330.

А. В. БУРЫЙ, А. В. ИВАШКЕВИЧ

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

СОБСТВЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА СПИРАЛЬНОСТИ ДЛЯ ЧАСТИЦЫ СО СПИНОМ 2

Теория массивного и безмассового полей со спином 2, начиная с работ В. Паули и М. Фирца [1, 2], всегда присутствовала в литературе. Важную роль играет оператор спиральности для этой частицы, в частности, при нахождении решений во внешнем магнитном поле и решений со сферической симметрией. Частица со спином 2 описывается симметричным тензором второго ранга с 10 независимыми компонентами. В данной работе будут найдены собственные состояния оператора спиральности для такого тензора.

Уравнение на собственные значения оператора спиральности дает

$$i \sum_j S_j \frac{\partial}{\partial x^j} e^{-ik_0 x^0 - ik_n x^n} \Phi = \sigma e^{-ik_0 x^0 - ik_n x^n} \Phi \Rightarrow (k_1 S_1 + k_2 S_2 + k_3 S_3) \Phi = \sigma \Phi, \quad (1)$$

Удобно его разделить на $\sqrt{k^2}$, тогда имеем безразмерную форму:

$$\frac{\sigma}{\sqrt{k^2}} \Rightarrow \sigma, \quad (n_1 S_1 + n_2 S_2 + n_3 S_3) \Phi = \sigma \Phi, \quad n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 = 1, \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 2n_2 & -2n_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2n_1 & 0 & +2n_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & +2n_1 & -2n_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & +n_1 & -n_1 & 0 & +n_3 & -n_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -n_2 & 0 & n_2 & -n_3 & 0 & +n_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ +n_3 & -n_3 & 0 & n_2 & -n_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -n_3 & n_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & +n_3 & 0 & -n_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -n_2 & +n_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ f_0 \end{pmatrix} = \sigma \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ f_0 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Уравнение, определяемое последней строкой, сводится к следующему:

$$0 = \sigma f_0 \Rightarrow \sigma = 0, f_0 - \text{любое}; \quad \sigma \neq 0, f_0 = 0. \quad (4)$$

Рассматриваем систему из 9 уравнений (3), определитель равен

$$\det(\dots) = -\sigma^3 (\sigma^2 + 1)^2 (\sigma^2 + 4).$$

Следовательно, имеем собственные значения

$$\sigma = 0 \text{ (кратность 3); } \quad \sigma = \pm i \text{ (кратность 2); } \quad \sigma = \pm 2i \text{ (кратность 1)}. \quad (5)$$

Замечаем, что система из 9 уравнений распадается на две подсистемы: $9 = 6+3$. Сначала рассматриваем подсистему из 6 уравнений:

$$\begin{pmatrix} -\sigma & 0 & 0 & 0 & 2n_2 & -2n_3 \\ 0 & -\sigma & 0 & -2n_1 & 0 & 2n_3 \\ 0 & 0 & -\sigma & 2n_1 & -2n_2 & 0 \\ 0 & n_1 & -n_1 & -\sigma & n_3 & -n_2 \\ -n_2 & 0 & n_2 & -n_3 & -\sigma & n_1 \\ n_3 & -n_3 & 0 & n_2 & -n_1 & -\sigma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} = 0, \quad \det \dots = \sigma^2 (1 + \sigma^2) (4 + \sigma^2). \quad (6)$$

Исследуем случай $\sigma = 0$. При этом ранг матрицы равен 4, отбрасываем уравнения, отвечающие нижней и верхней строкам, свободные параметры – f_1, c_3 . Получаем неоднородную систему с решением

$$\sigma = 0, \begin{pmatrix} f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = c_3 \begin{pmatrix} \frac{n_2 - n_1}{n_1 - n_2} \\ \frac{n_3^2 - n_1^2}{n_1 n_2} \\ \frac{n_3}{n_1} \\ \frac{n_3}{n_2} \end{pmatrix} + f_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Теперь исследуем систему 6 уравнений при $\sigma = +i$:

$$\begin{pmatrix} -i & 0 & 0 & 0 & 2n_2 & -2n_3 \\ 0 & -i & 0 & -2n_1 & 0 & 2n_3 \\ 0 & 0 & -i & 2n_1 & -2n_2 & 0 \\ 0 & n_1 & -n_1 & -i & n_3 & -n_2 \\ -n_2 & 0 & n_2 & -n_3 & -i & n_1 \\ n_3 & -n_3 & 0 & n_2 & -n_1 & -i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} = 0.$$

Ранг матрицы равен 5. Отбрасываем уравнение, отвечающее нижней строке, C_3 – свободный параметр. Решение имеет вид

$$\begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{3(4n_1^2 n_2^2 - n_1^2 - n_2^2)} \begin{pmatrix} -2c_3(-4n_2 n_1^3 + 4in_3 n_1^2 + n_2(2n_2^2 + 2n_3^2 + 1)n_1 + in_3(n_2^2 + n_3^2 - 1)) \\ -2c_3(2n_2 n_1^3 - in_3 n_1^2 + n_2(-4n_2^2 + 2n_3^2 + 1)n_1 - in_3(4n_2^2 + n_3^2 - 1)) \\ 2c_3(4n_1 n_2 n_3^2 + 3i(n_1^2 - n_2^2)n_3 - 2n_1 n_2(n_1^2 + n_2^2 - 1)) \\ ic_3(2n_2 n_3^2 + 3in_1(1 - 4n_2^2)n_3 + n_2(2n_1^2 - 4n_2^2 + 1)) \\ c_3(4in_1^3 + 12n_2 n_3 n_1^2 - i(2n_2^2 + 2n_3^2 + 1)n_1 - 3n_2 n_3) \end{pmatrix} \quad (8)$$

Решение со спиральностью $\sigma = -i$ следует из найденного заменой $i \rightarrow -i$.

Аналогично исследуем систему 6 уравнений при $\sigma = +2i$. Ранг матрицы равен 5. Отбрасываем уравнение, отвечающее нижней строке. Пусть C_3 – свободный параметр. Решение имеет вид

$$\begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{3(n_1^2 n_2^2 + n_3^2)} \begin{pmatrix} c_3(2n_2 n_1^3 - 4in_3 n_1^2 - n_2(n_2^2 + n_3^2 + 2)n_1 - in_3(n_2^2 + n_3^2 - 4)) \\ -c_3(n_2 n_1^3 - in_3 n_1^2 + n_2(-2n_2^2 + n_3^2 + 2)n_1 - in_3(4n_2^2 + n_3^2 - 4)) \\ -c_3(-2n_1 n_2 n_3^2 - 3i(n_1^2 - n_2^2)n_3 + n_1 n_2(n_1^2 + n_2^2 - 4)) \\ ic_3(n_2 n_3^2 - 3in_1(n_2^2 - 1)n_3 + n_2(n_1^2 - 2n_2^2 + 2)) \\ c_3(2in_1^3 + 3n_2 n_3 n_1^2 - i(n_2^2 + n_3^2 + 2)n_1 - 3n_2 n_3) \end{pmatrix} \quad (9)$$

Решение со спиральностью $\sigma = -2i$ следует из найденного заменой $i \rightarrow -i$.

Теперь рассмотрим подсистему из трех уравнений. Ее определитель $\det(\dots) = -\sigma(1 + \sigma^2)$.

Сначала исследуем случай $\sigma = 0$:

$$\begin{vmatrix} 0 & -n_3 & n_2 \\ n_3 & 0 & -n_1 \\ -n_2 & n_1 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{vmatrix} = 0,$$

ранг матрицы равен 2. Отбрасываем уравнение, соответствующее нижней строке, свободной переменной выбираем d_3 . Решение имеет вид

$$\sigma = 0, \quad d_1 = \frac{n_1}{n_3} d_3, \quad d_2 = \frac{n_2}{n_3} d_3. \quad (10)$$

Теперь исследуем случай $\sigma = +i$:

$$\begin{vmatrix} -i & -n_3 & n_2 \\ n_3 & -i & -n_1 \\ -n_2 & n_1 & -i \end{vmatrix} \begin{vmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} d_1 \\ d_2 \end{vmatrix} = \frac{d_3}{n_3^2 - 1} \begin{vmatrix} in_2 + n_1 n_3 \\ n_2 n_3 - in_1 \end{vmatrix}. \quad (11)$$

Решение со спиральностью $\sigma = -i$ следует из найденного заменой $i \rightarrow -i$.

Соберем результаты вместе:

6:	$\sigma = 0,$	$f_2, f_3, c_1, c_2,$	$f_0 = 0, \vec{d} = 0, f_1 = 0, c_3 - \text{любое};$
6:	$\sigma = 0,$	$f_2, f_3, c_1, c_2,$	$f_0 = 0, \vec{d} = 0, f_1 - \text{любое}, c_3 = 0;$
6:	$\sigma = \pm i,$	$f_1, f_2, f_3, c_1, c_2,$	$f_0 = 0, \vec{d} = 0, c_3 - \text{любое};$
6:	$\sigma = \pm 2i,$	$f_1, f_2, f_3, c_1, c_2,$	$f_0 = 0, \vec{d} = 0, c_3 - \text{любое};$
3:	$\sigma = 0,$	$d_1, d_2,$	$f_0 = 0, \vec{f} = 0, \vec{c} = 0, d_3 - \text{любое};$
3:	$\sigma = \pm i,$	$d_1, d_2,$	$f_0 = 0, \vec{f} = 0, \vec{c} = 0, d_3 - \text{любое};$
1:	$\sigma = 0,$	$f_0,$	$\vec{f} = 0, \vec{c} = 0, \vec{d} = 0, f_0 - \text{любое};$

ЛИТЕРАТУРА

1. Pauli, W. Über relativistische Feldgleichungen von Teilchen mit beliebigem Spin im elektromagnetischen Feld / W. Pauli, M. Fierz // Helv. Phys. Acta. – 1939. – Bd. 12. – S. 297–300.
2. Fierz, M. On relativistic wave equations for particles of arbitrary spin in an electromagnetic field / M. Fierz, W. Pauli // Proc. Roy. Soc. London. A. – 1939. – Vol. 173. – P. 211–232.

А. В. БУРЫЙ,¹ А. В. ИВАШКЕВИЧ,¹ Е. М. ОВСИЮК²

¹Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

²УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

СТРУКТУРА ПЛОСКИХ ВОЛН ДЛЯ БЕЗМАССОВОЙ ЧАСТИЦЫ СО СПИНОМ 2

Известно [1], что в теории безмассовой частицы со спином 2 существует специальная калибровочная симметрия, которая обобщает калибровочную симметрию в электродинамике Максвелла. Калибровочные степени свободы не дают вклада в наблюдаемые величины, например, в тензор энергии-импульса. Это приводит к необходимости выделять из всех решений калибровочные, оставляя только физически наблюдаемые.

Система уравнений 1-го порядка, описывающая безмассовую частицу со спином 2, имеет вид

$$\begin{aligned} \partial^a \Phi_a = 0, \quad \frac{1}{2} \partial_a \Phi - \frac{1}{3} \partial^b \Phi_{(ab)} = \Phi_a, \\ \frac{1}{2} \left(\partial^k \Phi_{[ka]b} + \partial^k \Phi_{[kb]a} - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^k \Phi_{[kn]} \right) + \left(\partial_a \Phi_b + \partial_b \Phi_a - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^k \Phi_k \right) = 0, \\ \partial_k \Phi_{(ab)} - \partial_a \Phi_{(kb)} - \frac{1}{3} \left(g_{kb} \partial^a \Phi_{(an)} - g_{ba} \partial^a \Phi_{(kn)} \right) = \Phi_{[ka]b}. \end{aligned} \quad (1)$$

Исключим из уравнений (1) дополнительные поля (векторное и тензорное третьего ранга), получаем уравнение второго порядка для скаляра $\Phi(x)$ и тензора $\Phi_{(ab)}(x)$:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\square\Phi - \frac{1}{3}\partial^a\partial^b\Phi_{(ab)} &= 0, \\ (\partial_a\partial_b + \frac{1}{2}g_{ab}\square)\Phi - \frac{1}{4}g_{ab}\square\Phi^n + \square\Phi_{(ab)} - \partial_a\partial^n\Phi_{(nb)} - \partial_b\partial^n\Phi_{(na)} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Убедимся, что уравнения второго порядка (2) (следовательно, и уравнения первого порядка (1)) имеют класс калибровочных решений:

$$\bar{\Phi} = \partial^l\Lambda_l, \quad \bar{\Phi}_{(ab)} = \partial_a\Lambda_b + \partial_b\Lambda_a - \frac{1}{2}g_{ab}\partial^l\Lambda_l, \quad (3)$$

где $\Lambda_l(x)$ – произвольный 4-вектор. Найдем выражения для тензоров $\bar{\Phi}_a$ и $\bar{\Phi}_{[ka]b}$, сопутствующих набору полей (3):

$$\begin{aligned} \bar{\Phi}_a &= +\frac{1}{3}\partial_a\partial^l\Lambda_l - \frac{1}{3}\square\Lambda_a, \\ \bar{\Phi}_{[ab]c} &= \partial_c(\partial_a\Lambda_b - \partial_b\Lambda_a) - \frac{1}{3}(g_{cb}\partial_a - g_{ca}\partial_b)\partial^l\Lambda_l + \frac{1}{3}(g_{cb}\square\Lambda_a - g_{ca}\square\Lambda_b). \end{aligned} \quad (4)$$

Найдем решения системы уравнений (2) в виде плоских волн. Подстановка такая:

$$\Phi(x) = e^{-ik_a x^a} f, \quad \Phi_{ab}(x) = e^{-ik_a x^a} f_{ab}, \quad f_{ab} = \begin{vmatrix} f_{00} & f_{01} & f_{02} & f_{03} \\ f_{01} & f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{02} & f_{12} & f_{22} & f_{23} \\ f_{03} & f_{13} & f_{23} & f_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} f_0 & d_1 & d_2 & d_3 \\ d_1 & f_1 & c_1 & c_2 \\ d_2 & c_1 & f_2 & c_3 \\ d_3 & c_2 & c_3 & f_3 \end{vmatrix}, \quad (5)$$

ниже сменим систему обозначений $C_1, C_2, C_3 \Rightarrow C_3, C_2, C_1$. Первое уравнение в (2) дает

$$\frac{1}{2}\square\Phi - \frac{1}{3}\partial^a\partial^b\Phi_{(ab)} = 0 \Rightarrow k^a k^b f_{ab} = 0; \quad (6a)$$

второе уравнение в (2) приводит к

$$-k_a k_b f + k_a k^l f_{bl} + k_b k^l f_{al} = 0. \quad (6b)$$

Таким образом, здесь имеем алгебраическую систему уравнений

$$k^a k^b f_{ab} = 0, \quad -k_a k_b f + k_a k^l f_{bl} + k_b k^l f_{al} = 0. \quad (7)$$

Калибровочные решения определяются 4-вектором $\Lambda_l(x) = e^{-ik_a x^a} \lambda_l$:

$$\bar{\Phi} = \bar{f}e^{-ik_a x^a}, \quad \bar{f} = -ik^l \lambda_l; \quad \bar{\Phi}_{(ab)} = \bar{f}_{ab}e^{-ik_a x^a}, \quad \bar{f}_{ab} = -i[k_a \lambda_b + k_b \lambda_a - \frac{1}{2}g_{ab}k^l \lambda_l]. \quad (8)$$

После проведения необходимых вычислений получаем только 5 независимых уравнений:

$$\begin{aligned} f &= 0, \quad f_0 k_0 - d_1 k_1 - d_2 k_2 - d_3 k_3 = 0, \quad d_1 k_0 - f_1 k_1 - c_1 k_2 - c_2 k_3 = 0, \\ d_2 k_0 - c_1 k_1 - f_2 k_2 - c_3 k_3 &= 0, \quad d_3 k_0 - c_2 k_1 - c_3 k_2 - f_3 k_3 = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Таким образом, имеем 4 уравнения для 9 переменных. С учетом замены в обозначениях $C_1 \rightarrow C_3$ приходим к

$$\begin{aligned} d_1 k_1 + d_2 k_2 &= f_0 k_0 - d_3 k_3, \quad d_1 k_0 - c_3 k_2 - c_2 k_3 = f_1 k_1, \\ d_2 k_0 - c_3 k_1 &= f_2 k_2 + c_1 k_3, \quad c_2 k_1 = d_3 k_0 - c_1 k_2 - f_3 k_3. \end{aligned} \quad (10)$$

После необходимых вычислений находим общее решение (раскладываем его в 6 независимых):

$$\begin{aligned}
 f_{(ab)} = & f_0 \cdot \begin{vmatrix} 1 & \frac{k_0}{2k_1} & \frac{k_0}{2k_2} & 0 \\ 0 & \frac{k_0^2}{2k_1k_2} & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 0 \end{vmatrix} + f_1 \cdot \begin{vmatrix} 0 & \frac{k_1}{2k_0} & -\frac{k_1^2}{2k_0k_2} & 0 \\ 1 & -\frac{k_1}{2k_2} & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 0 \end{vmatrix} + f_2 \cdot \begin{vmatrix} 0 & -\frac{k_2^2}{2k_0k_1} & \frac{k_2}{2k_0} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{k_2}{2k_1} & 0 \\ \cdot & \cdot & 1 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 0 \end{vmatrix} + \\
 & + f_3 \cdot \begin{vmatrix} 0 & -\frac{k_3^2}{2k_0k_1} & \frac{k_3^2}{2k_0k_2} & 0 \\ 0 & \frac{k_3^2}{2k_1k_2} & -\frac{k_3}{k_1} & 0 \\ \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 1 \end{vmatrix} + c_1 \cdot \begin{vmatrix} 0 & -\frac{k_2k_3}{k_0k_1} & \frac{k_3}{k_0} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{k_2}{k_1} & 0 \\ \cdot & \cdot & 0 & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 0 \end{vmatrix} + d_3 \cdot \begin{vmatrix} 0 & 0 & -\frac{k_3}{k_2} & 1 \\ 0 & 0 & -\frac{k_0k_3}{k_1k_2} & \frac{k_0}{k_1} \\ \cdot & \cdot & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 0 \end{vmatrix}, \quad (11)
 \end{aligned}$$

или коротко так:

$$f_{(ab)} = f_0F_0 + f_1F_1 + f_2F_2 + f_3F_3 + c_1C_1 + d_3D_3. \quad (12)$$

Учтем существование калибровочных решений; они задаются соотношениями

$$\begin{aligned}
 \bar{f} &= -i(k_0\lambda_0 - k_1\lambda_1 - \lambda_2k_2 - \lambda_3k_3), \\
 \bar{f}_0 &= -i\left(\frac{3}{2}k_0\lambda_0 + \frac{1}{2}k_1\lambda_1 + \frac{1}{2}k_2\lambda_2 + \frac{1}{2}k_3\lambda_3\right), \quad \bar{f}_1 = -i\left(\frac{1}{2}k_0\lambda_0 + \frac{3}{2}k_1\lambda_1 - \frac{1}{2}k_2\lambda_2 - \frac{1}{2}k_3\lambda_3\right), \\
 \bar{f}_2 &= -i\left(\frac{1}{2}k_0\lambda_0 - \frac{1}{2}k_1\lambda_1 + \frac{3}{2}k_2\lambda_2 - \frac{1}{2}k_3\lambda_3\right), \quad \bar{f}_3 = -i\left(\frac{1}{2}k_0\lambda_0 - \frac{1}{2}k_1\lambda_1 - \frac{1}{2}k_2\lambda_2 + \frac{3}{2}k_3\lambda_3\right), \quad (13) \\
 \bar{d}_1 &= -i(k_0\lambda_1 + k_1\lambda_0), \quad \bar{d}_2 = -i(k_0\lambda_2 + k_2\lambda_0), \quad \bar{d}_3 = -i(k_0\lambda_3 + k_3\lambda_0), \\
 \bar{c}_1 &= -i(k_2\lambda_3 + k_3\lambda_2), \quad \bar{c}_2 = -i(k_1\lambda_3 + k_3\lambda_1), \quad \bar{c}_3 = -i(k_1\lambda_2 + k_2\lambda_1).
 \end{aligned}$$

Поскольку решения построены с учетом равенства $f = 0$, нужно требовать, чтобы калибровочные преобразования не нарушали этого условия; поэтому накладываем ограничение $k_0\lambda_0 - k_1\lambda_1 - \lambda_2k_2 - \lambda_3k_3 = 0$. В результате общее калибровочное решение примет вид

$$\begin{aligned}
 \bar{f}_0 &= -2ik_1\lambda_1 - 2i\lambda_2k_2 - 2i\lambda_3k_3, \quad \bar{f}_1 = -2ik_1\lambda_1, \quad \bar{f}_2 = -2ik_2\lambda_2, \quad \bar{f}_3 = -2ik_3\lambda_3, \\
 \bar{d}_1 &= -i\frac{k_0^2 + k_1^2}{k_0}\lambda_1 - i\frac{k_1k_2}{k_0}\lambda_2 - i\frac{k_1k_3}{k_0}\lambda_3, \quad \bar{d}_2 = -i\frac{k_1k_2}{k_0}\lambda_1 - i\frac{k_0^2 + k_2^2}{k_0}\lambda_2 - i\frac{k_2k_3}{k_0}\lambda_3, \\
 \bar{d}_3 &= -i\frac{k_3k_1}{k_0}\lambda_1 - i\frac{k_3k_2}{k_0}\lambda_2 - i\frac{k_0^2 + k_3^2}{k_0}\lambda_3, \quad (14) \\
 \bar{c}_1 &= -ik_2\lambda_3 - ik_3\lambda_2, \quad \bar{c}_2 = -ik_1\lambda_3 - ik_3\lambda_1, \quad \bar{c}_3 = -ik_1\lambda_2 - ik_2\lambda_1.
 \end{aligned}$$

Его можно разложить в комбинацию трех, определяемых $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$. Три простейших калибровочных решения должны содержаться в найденном общем решении (11)–(12).

Можно убедиться, что действительно среди общего решения (11)–(12) существуют три, которые могут быть отождествлены с калибровочными:

$$\begin{aligned}
 f_0^{(1)} &= -2ik_1\lambda_1, \quad f_1^{(1)} = -2ik_1\lambda_1, \quad f_2^{(1)} = 0, \quad f_3^{(1)} = 0, \quad c_1^{(1)} = 0, \quad d_3^{(1)} = -i\frac{k_3k_1}{k_0}\lambda_1; \\
 f_0^{(2)} &= -2ik_2\lambda_2, \quad f_1^{(2)} = 0, \quad f_2^{(2)} = -2ik_2\lambda_2, \quad f_3^{(2)} = 0, \quad c_1^{(2)} = -ik_3\lambda_2, \quad d_3^{(2)} = -i\frac{k_3k_2}{k_0}\lambda_2; \quad (15) \\
 f_0^{(3)} &= -2ik_3\lambda_3, \quad f_1^{(3)} = 0, \quad f_2^{(3)} = 0, \quad f_3^{(3)} = -2ik_3\lambda_3, \quad c_1^{(3)} = -ik_2\lambda_3, \quad d_3^{(3)} = -i\frac{k_0^2 + k_3^2}{k_0}\lambda_3.
 \end{aligned}$$

Присутствие калибровочных решений внутри общего может быть пояснено следующим образом:

$$\left| \begin{array}{l} \text{Общее:} \\ (1): \\ (2): \\ (3): \end{array} \begin{array}{cccccc} f_0 & f_1 & f_2 & f_3 & c_1 & d_3 \\ f_0^{(1)} & f_1^{(1)} & 0 & 0 & 0 & d_3^{(1)} \\ f_0^{(2)} & 0 & f_2^{(2)} & 0 & c_1^{(2)} & d_3^{(2)} \\ f_0^{(3)} & 0 & 0 & f_3^{(3)} & c_1^{(3)} & d_3^{(3)} \end{array} \right. \quad (16)$$

Отсюда можно сделать вывод, что решения F_1, F_2, F_3 являются калибровочными. Далее нужно исследовать величину

$$f_{ab}^{phys} = f_{ab} - f_{ab}^{(1)} - f_{ab}^{(2)} - f_{ab}^{(3)} \quad (17a)$$

с учетом трех равенств

$$f_1 = f_1^{(1)} = -2ik_1\lambda_1, \quad f_2 = f_2^{(3)} = -2ik_2\lambda_2, \quad f_3 = f_3^{(3)} = -2ik_3\lambda_3. \quad (17b)$$

В явном виде равенство (17a) принимает вид

$$\begin{aligned} f_{ab}^{phys} = f_{ab} - f_{ab}^{(1)} - f_{ab}^{(2)} - f_{ab}^{(3)} = & f_0 \cdot F_0 + f_1 \cdot F_1 + f_2 \cdot F_2 + f_3 \cdot F_3 + c_1 \cdot C_1 + d_3 \cdot D_3 + \\ & + 2ik_1\lambda_1 \cdot F_0 + 2ik_1\lambda_1 \cdot F_1 + 0 \cdot F_2 + 0 \cdot F_3 + 0 \cdot C_1 + \frac{ik_3k_1}{k_0} \lambda_1 \cdot D_3 + \\ & + 2ik_2\lambda_2 \cdot F_0 + 0 \cdot F_1 + 2ik_2\lambda_2 \cdot F_2 + 0 \cdot F_3 + ik_3\lambda_2 \cdot C_1 + \frac{ik_3k_2}{k_0} \lambda_2 \cdot D_3 + \\ & + 2ik_3\lambda_3 \cdot F_0 + 0 \cdot F_1 + 0 \cdot F_2 + 2ik_3\lambda_3 \cdot F_3 + ik_2\lambda_3 \cdot C_1 + i \frac{k_0^2 + k_3^2}{k_0} \lambda_3 \cdot D_3; \end{aligned}$$

отсюда после приведения подобных получаем (обращаем внимание на то, что множитель перед решением F_0 тождественно обращается в нуль)

$$\begin{aligned} f_{ab}^{phys} = f_{ab} - f_{ab}^{(1)} - f_{ab}^{(2)} - f_{ab}^{(3)} = & (c_1 + ik_3\lambda_2 + ik_2\lambda_3) \cdot C_1 + \\ & + \left(d_3 + \frac{ik_3k_1}{k_0} \lambda_1 + \frac{ik_3k_2}{k_0} \lambda_2 + i \frac{k_0^2 + k_3^2}{k_0} \lambda_3 \right) \cdot D_3 = \mu_1 \cdot C_1 + \mu_2 \cdot D_3. \end{aligned} \quad (18)$$

Этот симметричный тензор содержит только два независимых физически наблюдаемых решения.

ЛИТЕРАТУРА

Fierz, M. On relativistic wave equations for particles of arbitrary spin in an electromagnetic field / M. Fierz, W. Pauli // Proc. Roy. Soc. London. A. – 1939. – Vol. 173. – P. 211–232.

К. В. ВОРОНЕНКО

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

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАНИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД

В настоящее время в обучении математике значительное место занимает подготовка учащихся к олимпиадам. Проанализировав задания олимпиад по математике за несколько лет, можно сделать вывод, что одной из тем, которые встречаются в предлагаемых задачах, являются функциональные уравнения. Изучив различные учебные, научные и методические пособия, мы определились с понятием функционального уравнения, его решения, выделили основные методы его решения.

Функциональное уравнение – это уравнение, неизвестная функция которого связана с известными функциями одной или нескольких переменных при помощи образования сложной функции.

Примерами функциональных уравнений, которые задают такие свойства функций, как чётность (нечётность), периодичность могут послужить следующие:

$$f(x) = f(-x), \quad f(-x) = -f(x), \quad f(x+T) = f(x).$$

Решить функциональное уравнение – значит найти неизвестную функцию, при подстановке которой в исходное функциональное уравнение оно превращается в верное тождество.

Например. Докажем, что функция $f(x) = e^x$ является решением функционального уравнения:

$$f(x+y) = f(x)f(y).$$

Действительно,

$$f(x+y) = f(x)f(y) \rightarrow e^{x+y} = e^x e^y,$$

для всех x и y . Поэтому функция $f(x) = e^x$ является решением данного функционального уравнения.

Для функциональных уравнений, не сводящихся к дифференциальным или интегральным, известно мало общих методов решения. Отсюда возникает необходимость исследовать вопрос о методах решения функциональных уравнений. Остановимся на основных:

1. *Метод подстановок.* Заменяя некоторые переменные функционального уравнения конкретными значениями, какими-либо другими выражениями, требуется упростить это уравнение или привести его к такому виду, чтобы дальнейшее решение стало очевидным. Особенность применяемого метода состоит в том, что он позволяет отыскивать решения в классе всевозможных функций.

Пример 1: Найти все функции $f: R \rightarrow R$, которые при $x, y \in R$ удовлетворяют уравнению:

$$f(x+y^2+2y+1) = y^2 + 4y^3 + 2xy^2 + 5y^2 + 4xy + 2y + x^2 + x + 1.$$

Решение. Поскольку требуется получить выражение $f(x)$, попробуем избавиться от слагаемого $y^2 + 2y + 1$ под знаком функции. Уравнение $y^2 + 2y + 1 = 0$ имеет одно решение $y = -1$. Подставляя полученное решение в исходное уравнение, получим, что $f(x) = x^2 - x + 1$. Остается сделать проверку.

Ответ: $f(x) = x^2 - x + 1$.

2. *Метод использования однозначности функции.* Применяя классическое определение, говорим, что функция является однозначной. Это свойство можно использовать при решении функциональных уравнений, подбирая подстановки так, чтобы получить одинаковые выражения под знаком функции.

Пример 2: Найти все функции $f: R \rightarrow R$, которые при $x, y \in R$ удовлетворяют уравнению:

$$f((x+1)^2) = (x-1)^2.$$

Решение. Графиком функции $(x+1)^2$ является парабола с осью $x = -1$. Поэтому в точках, симметричных относительно -1 , выражение $(x+1)^2$ будет принимать равные значения. Остается найти две точки, симметричные относительно -1 , в которых $(x-1)^2$ принимает разные значения.

Например, подставляя поочередно $x = 0$ и $x = -2$, получаем $f(1) = 1$ и $f(1) = 9$, откуда следует, что искомой функции f не существует.

Ответ: не существует.

3. *Метод сюръекции и замены переменной.* Метод основан на введении вспомогательной функции, которую следует подобрать таким образом, чтобы после преобразований было ясно, что она удовлетворяет одному из известных функциональных уравнений.

Пример 3: Решить уравнение:

$$f(x+1) = x^2 - 1.$$

Решение:

Попробуем найти значение функции f в точке $t \in R$. Для этого найдем такое x , что $x+1 = t$, следовательно, $x = t-1$. Остается подставить это выражение в исходное уравнение:

$$f(t) = (t-1)^2 - 1 = t^2 - 2t.$$

Это равенство выполняется для всех t из множества действительных чисел и поэтому искомая функция $f(t) = t^2 - 2t$. Остается сделать проверку. В окончательном результате переменную t можно переименовать в x : $f(x) = x^2 - 2x$.

Ответ: $f(x) = x^2 - 2x$.

Данные методы решения функциональных уравнений являются наиболее известными и относятся к нестандартным, таким образом, примеры задач, описанные выше, отлично подходят к олимпиадным заданиям по теме: «Функциональные уравнения». Нестандартность решения данного вида уравнений и доказывает актуальность и важность рассмотрения данной темы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никольский, С. М. Алгебра и начала анализа. 11 класс / С. М. Никольский, М. К. Потапов. – М. : Просвещение, 2003. – 136 с.
2. Потапов, М. К. Нестандартные методы решения уравнений и неравенств / М. К. Потапов, П. И. Пасиченко. – М. : Просвещение, 2001. – 57 с.
3. Чугаев, И. И. Уравнения вида $f(g(x)) = f(h(x))$ и нестандартные методы решения / И. И. Чугаев, С. И. Мещеряков. – М. : Просвещение, 2006. – 95 с.

Е. Н. ГАЛЕНКО¹, С. А. ШАРКО²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²ГО «НПЦ по материаловедению» (г. Минск, Беларусь)

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЁВ ЗОЛОТА В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПУЧКА РАСПЫЛЁННЫХ АТОМОВ

Получение тонких слоёв золота в диапазоне нанометровых толщин представляет собой актуальную и в то же время технически сложную задачу. Актуальность связана, прежде всего, с возможностью их использования в различных областях электронного приборостроения, что связано с высокими значениями электропроводности и повышенной химической инертностью в наноразмерном состоянии. Наряду с этим, перспективность применения нанометровых слоёв золота в оптоэлектронике обусловлена их прозрачностью в оптическом диапазоне электромагнитного спектра при поглощении до 20 % [1].

Сложность получения качественных наноразмерных слоёв золота на чужеродных подложках связано с рассогласованием параметров кристаллических решёток плёнки и подложки. Так, отличие этих параметров более чем на 10 % (для золота 0,408 нм и кремния 0,357 нм) приводит к невозможности получения эпитаксиальных слоёв.

В работе исследовались наноразмерные слои золота, полученные методом ионно-лучевого распыления на кремнии с применением методики многократного напыления/распыления, и показано заметное улучшение качества данных слоёв, по сравнению с аналогичными слоями, полученными с применением методики повторного напыления/распыления.

Нанесение слоя золота на подложку производилось распылением мишени золота ионами кислорода с энергией 1,5...1,6 кэВ. При использовании дополнительной операции напыления /распыления перед напылением основного слоя на подложку в течение 2–3 минут наносился первоначальный слой золота толщиной 2÷4 нм. Затем этот слой распылялся ионами кислорода с энергией менее 0,3 кэВ до исчезновения металлической проводимости.

Был проведён сравнительный анализ электрических свойств образцов, полученных в трёх режимах: напыление без вращения подложки и без дополнительного распыления (режим 1), напыление с непрерывным вращением подложки с дополнительным распылением (режим 2) и напыление с применением методики многократного напыления/распыления (режим 3).

Электрические измерения проводились с помощью стандартного линейного четырёхзондового метода [2]. Через два внешних зонда пропускался ток I , а разность потенциалов U измерялась между двумя внутренними зондами. Расстояние между всеми зондами было одинаковым и равным 1 мм. По результатам измерений рассчитывалось поверхностное сопротивление R_s (в омах на квадрат, Ом / □) по формуле $\rho_s \approx (\pi/\ln 2) \cdot U/I$. Удельное сопротивление определялось из выражения $\rho = \rho_s d$, где d – толщина слоя металла. Температурный коэффициент сопротивления рассчитывался в температурном интервале от 20 до 120°C согласно выражению $\alpha_R = 1/R_0(R-R_0)/(T-T_0)$. Толщина слоёв всех образцов определялась по экспериментальной зависимости от времени напыления при заданных режимах.

В таблице 1 приведены значения удельного поверхностного сопротивления ρ_s , удельного сопротивления ρ и температурного коэффициента сопротивления (ТКС) слоев золота номинальной толщиной 13 нм, полученных в течение 300 с непрерывного напыления, в зависимости от режимов напыления.

При переходе от непосредственного однократного напыления к многократному процессу напыления/распыления происходит уменьшение удельного сопротивления плёнки золота (таблица 1). Величина удельного сопротивления приближается к соответствующему значению для материала в массивном состоянии (23 Ом·нм). Дополнительным свидетельством улучшения качества полученных наноразмерных плёнок золота является улучшение термостабильности, что выражается в соответствующем уменьшении ТКС.

Таблица 1. – Значения сопротивления и ТКС наноразмерных слоёв золота толщиной 13 нм в зависимости от режимов напыления

Параметры слоёв золота	Режимы напыления		
	без вращения подложки	с вращением подложки и дополнительным распылением	многократное напыление/распыление
ρ_s , Ом / □	4	2,76	2,32
ρ , Ом·нм	53,2	34,67	30,86
α , K ⁻¹	$3,81 \cdot 10^{-3}$	$3,65 \cdot 10^{-3}$	$2,05 \cdot 10^{-3}$

В потоке распылённых атомов имеются атомы с энергией, более чем в два раза превышающей энергию связи подавляющего большинства известных оксидных и фторидных материалов (высокоэнергетическая составляющая потока). Они способны внедриться в приповерхностный слой подложки на глубину в единицы нанометров (таблица 2), что составляет несколько постоянных кристаллической решетки. При количестве этих дефектов менее 10 % от поверхностной плотности материала подложки не происходит ухудшения исходного качества поверхности подложки и ее основных свойств. Внедренные атомы золота являются, с одной стороны, точечными дефектами в приповерхностном нарушенном слое подложки, а с другой стороны, служат дополнительными центрами кластерообразования. Они приводят к улучшению адгезии из-за формирования дополнительных физических связей внедренный атом – осажденный адатом. Повторное осаждение слоя золота в указанных выше условиях позволяет не менее чем в два раза увеличить число внедренных атомов золота, дополнительно усиливающих адгезионную связь.

Таблица 2. – Результаты моделирования с помощью программы SRIM глубины пробега атомов золота в матрице кремния

Энергия атомов золота, эВ	Глубина внедрения атомов золота в кремнии, нм
25	$1,6 \pm 0,2$
50	$2,0 \pm 0,2$
100	$2,5 \pm 0,3$

Использование методики десятикратного напыления/распыления даёт возможность высокоэнергетической части потока осаждаемых атомов металла многократно воздействовать на уже сформированную структуру. За счет этого обеспечивается сильная адгезия слоя металла к подложке и формирование более однородных в структурном и электрическом отношении слоёв.

Таким образом, метод ионно-лучевого распыления в сочетании с дополнительной операцией напыления /распыления наноразмерного слоя золота позволяет получать высококачественные слои золота в единицы – десятки нанометров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение методом ионно-лучевого распыления кислородом и оптические свойства ультратонких пленок золота / А. И. Стогний [и др.] // Журнал технической физики. Т. 73. – 2003, № 6. – С. 86–89.

2. Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления полупроводниковых материалов : учеб.-метод. пособие по спецпрактикуму «Физика полупроводниковых материалов и приборов» для студентов физического факультета / под ред. Н. А. Поклонского. – Минск : Белгосуниверситет, 1998. – 46 с.

В. В. ГОНТА, И. Ю. ШАХИНА

ВГПУ им. М. Коцюбинского (г. Винница, Украина)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ

Информатизация образования занимает особое место среди основных приоритетов модернизации образования. В качестве главной задачи здесь выступает создание единой информационно-образовательной среды, рассматриваемой как одно из условий достижения нового качества образования.

На сегодняшний день всё больше возрастает роль информационных технологий в образовании, которые характеризуются компьютерной грамотностью обучающихся и преподавателей, что позволяет решить такие основные задачи:

- возможность выхода в сеть Интернет любого участника учебно-педагогического процесса;
- формирование единого информационного пространства в образовательном учреждении и взаимодействие в нем участников учебно-педагогического процесса;
- создание и поддержание работоспособности системы управления информационными ресурсами вуза для предоставления доступа к нужной информации профессорско-преподавательскому составу [1, с. 37].

Образовательный процесс, который представляет собой педагогическое взаимодействие его участников, также является информационным процессом, связанным с обработкой, изменением, хранением и использованием различной информации. Поэтому среду, в которой он происходит, можно рассматривать в качестве информационно-образовательной среды. Выделим принципы данной среды [2, с. 121–123]:

Принцип научности является одним из основных дидактических принципов. Согласно этому принципу, в процессе обучения учащиеся должны освоить современные методы познания, получить навыки научного поиска. Он определяет как отбор содержания учебного материала, так и способы его усвоения.

Принцип наглядности требует предъявлять модель изучаемого объекта или процесса в форме, которая позволяет наиболее ясно раскрыть существенные связи и отношения объекта. С использованием возможностей средств ИКТ такие связи и отношения модели могут быть выделены и усилены. Очень важно, что в информационной образовательной среде, основанной на использовании средств ИКТ, необходимо не только показать объект изучения, но и организовать работу учащегося по преобразованию этого объекта в форме достраивания модели или процесса, либо в форме переконструирования и видоизменения. Согласно принципу системности, в объектах или явлениях, представляемых с помощью средств ИКТ, необходимо выделять основные структурные элементы и существенные связи между ними. Это позволит показать объект (явление) в целостном виде. Реализация принципа активности будет указывать критерии выбора наиболее рациональных видов деятельности учащихся. Такой критерий предполагает, что содержание действий ученика соответствует усваиваемой информации. Например, если необходимо сформировать у детей типовые умения, то нужно организовать деятельность по готовому алгоритму, заданному средствами ИКТ. Если планируем формирование умений решать эвристическую задачу, то надо предоставить ребенку возможность самостоятельно построить алгоритм учебных действий. В результате выполнения этого алгоритма и происходит усвоение предметных умений.

Принцип индивидуального подхода основывается на идеях личностного подхода к обучаемому как к субъекту деятельности. Содержание принципа представляет систему различных индивидуализированных приемов и способов сотрудничества учителя с учащимися. Принцип кооперации предполагает совместную деятельность педагога с учащимися. При этом каждый из участников решает определенную задачу, а учитель стремится создать условия для развития всех школьников.

Информационно-образовательная среда образовательного учреждения включает: комплекс информационных образовательных ресурсов, в том числе цифровые образовательные ресурсы, совокупность технологических средств информационных и коммуникационных технологий: компьютеры, иное ИКТ-оборудование, коммуникационные каналы, систему современных педагогических технологий, обеспечивающих обучение в современной информационно-образовательной среде [3, с. 117].

Следовательно, нужны такие методы обучения, которые [4, с. 12]:

- во-первых, помогут учащемуся ориентироваться в этом многообразии информации;
- во-вторых, обеспечат работу только с той информацией, которая действительно необходима в рамках изучаемой темы или раздела, критическое отношение к ней;
- в-третьих, помогут осознать не только полученные содержательные результаты, но и сам путь, который привел к цели. Специфическими характеристиками методов обучения в условиях информационно-образовательной среды являются:
- субъектная позиция ученика;
- нацеленность на получение индивидуальных образовательных результатов;
- рефлексивность;
- коммуникативность;
- интерактивность.

То есть, методы обучения приобретают характер открытых образовательных технологий, в которых указаны не только этапы движения к цели, но и сама цель. Выбор конкретного содержания и приемов внутри этих этапов зависит от субъекта деятельности.

Выделим образовательные технологии, которые целесообразно использовать при обучении в информационно-образовательной среде: проектная технология; технология ситуационного анализа; мастерская знаний; технология развития критического мышления; дистанционные образовательные технологии [4, с. 13].

Приведенные выше рассуждения позволяют сформулировать ряд проблем, решение которых необходимо для реального продвижения вперед по пути формирования ИОС образовательного учреждения:

1. Создать определенную структуру хранения информационных ресурсов (как непосредственно хранящихся на компьютере пользователя, сервере организации и т. д., так и ссылок на сетевые ресурсы).
2. Определиться с инструментами организации деятельности (как техническими, так и программными средствами): проанализировать, какие уже умеем использовать, какие необходимо освоить для достижения новых образовательных результатов.
3. Освоить технологии обучения, которые наиболее целесообразно применять в условиях новой информационно-образовательной среды: проектная технология, технология ситуационного анализа, открытая образовательная технология «Мастерская знаний», технология развития критического мышления, дистанционные образовательные технологии.
4. Осваивать новые способы информационного взаимодействия, технологии организации совместной деятельности.

Анализ ситуации с формированием ИОС как предметного, так и школьного уровня по указанным четырем позициям позволит определить исходное состояние образовательного учреждения и составить план первоочередных действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, Е. О. Теория обучения в информационном обществе / Е. О. Иванова, И. М. Осмоловская. – М. : Просвещение, 2011. – 190 с.
2. Уваров, А. Ю. Информатизация школы: вчера, сегодня, завтра / А. Ю. Уваров. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 484 с.
3. Филатова, Е. В. Информационные технологии в контексте профессионального образования: концепции модели / Е. В. Филатова // Информатика и образование. – 2007. – № 8. – С. 117–118.
4. Юханова, И. Ю. Роль информационных технологий при управлении предприятием в современных условиях / И. В. Юханова // Успехи современной науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 12–13.

Н. В. ГРИГА, И. Ю. ШАХИНА
ВГПУ им. М. Коцюбинского (г. Винница, Украина)

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В последние годы происходит активный переход от традиционного обучения к обучению на базе компьютерных технологий. Это стало возможным в основном с развитием сети Интернет, что позволило пересылать необходимое количество данных из одного конца света в другой, свободно вести дискуссии с пользователями сети в online-режиме и размещать информацию на Интернет-сайтах, делая ее доступной для всех желающих.

Популярность дистанционного образования в последние годы резко возросла. Эта форма обучения является наиболее гибкой и доступной для многих желающих получить знания. Много сказано в пользу дистанционного образования и, пожалуй, не меньше о недостатках подобной формы обучения. Цель данного доклада – проанализировать, насколько весомыми являются причины внедрения дистанционного обучения в нашу повседневную жизнь.

Дистанционное обучение, образовательная система XXI века, стало новым взглядом современности. Сегодня на него сделана огромная ставка. Актуальность проблемы внедрения дистанционного обучения в учреждениях образования состоит в том, что результаты общественного процесса по-прежнему сосредоточены в сфере технологий, сегодня концентрируются в информационной сфере. Учитывая то, что профессиональные знания стареют очень быстро, необходимо их постоянно совершенствовать.

Под «дистанционным обучением» В. Ю. Быков и В. М. Кухаренко понимают форму организации учебного процесса, при которой ее активные участники (объект и субъект обучения) достигают целей обучения, осуществляя учебное взаимодействие принципиально и преимущественно экстерриториально (то есть на расстоянии) [1, с. 9].

Дистанционное обучение – это технология, основанная на принципах открытого обучения, которая широко использует компьютерные учебные программы разного назначения и создает с помощью современных телекоммуникаций информационно-образовательную среду для поставки учебного материала и общения.

Составляющей дистанционного обучения является online-обучение, которое все чаще интегрируется в традиционное. Оно дополняет его, давая возможность всем студентам в полной мере овладеть предметом в зависимости от уровня их способностей. Также, в некоторых случаях, такой способ позволяет «отставшим» студентам догнать образовательный процесс. Данный подход направлен на достижение наивысшей эффективности, что было бы невозможно при классическом подходе к обучению. Online-средства могут применяться как во время занятия, например, для объяснения определенной темы, так и во внеучебное время, для выполнения домашнего задания студентами или углубления их знаний [2, с. 319].

В своем исследовании Е. Долинский определил, что дистанционное обучение имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным обучением: передовые образовательные технологии, доступность источников информации, индивидуализация обучения, удобная система консультирования, демократические отношения между студентом и преподавателем (учеником и учителем), удобный график и место работы [3, с. 204]. В частности, соискатель образования может учиться в удобное для него время и в привычном окружении. Следует учесть также и низкую стоимость такого обучения, поскольку отпадает необходимость в аренде помещений, оплате значительного количества персонала и значительную экономию времени [4, с. 81].

Среди существенных преимуществ дистанционной формы обучения можно отметить следующие:

- возможность учиться в любое время. Студент, обучающийся дистанционно, может самостоятельно решать, когда и сколько времени в течение семестра ему уделять на изучение материала;
- возможность учиться в любом месте. Студенты могут учиться, не выходя из дома или офиса, находясь в любой точке планеты;
- обучение без отрыва от основной деятельности. Для обучения совсем не обязательно брать отпуск на основном месте работы, выезжать в командировки;
- возможность учиться в своем темпе. Не обязательно учиться в том же темпе, что и другие студенты;
- доступность учебных материалов. Доступ ко всей необходимой литературе открывается студенту после регистрации в системе дистанционного обучения либо он получает учебные материалы по электронной почте;

- мобильность. Связь с преподавателями, репетиторами осуществляется различными способами: как online, так и offline;
- обучение в спокойной обстановке;
- индивидуальный подход;
- дистанционное образование дешевле. Если сравнивать стоимость обучения на заочной и дистанционной формах обучения, то дистанционная форма скорее всего будет дешевле;
- удобство для преподавателя. Учителя, репетиторы, преподаватели, занимающиеся педагогической деятельностью дистанционно, могут уделять внимание большему количеству студентов и работать, даже находясь в командировке или на конференции за рубежом.

Вместе с тем дистанционное обучение не лишено и ряда недостатков:

- необходима сильная мотивация. Ведь практически весь учебный материал студент-дистанционник осваивает самостоятельно;
- недостаток практических умений и навыков. Достаточно проблемно качественно организовать дистанционное обучение по направлениям подготовки и специальностям, на которых предусмотрено большое количество практических занятий;
- дистанционное образование не подходит для развития коммуникабельности. При дистанционном обучении личный контакт студентов друг с другом и с преподавателями минимален, а то и полностью отсутствует;
- проблема идентификации студента. Пока самый эффективный способ проследить за тем, сдавал ли студент самостоятельно экзамены или зачеты – это видеонаблюдения, что не всегда возможно.

На сегодняшний день дистанционное образование развивается, совершенствуется и охватывает различные группы и категории населения. Элементы дистанционного обучения все больше применяются в учебных курсах дисциплин.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что развитие дистанционного обучения будет продолжаться и совершенствоваться с развитием интернет-технологий и совершенствованием методов дистанционного обучения, ведь наша современность требует этого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология разработки дистанционного курса : учеб. пособие / В. Ю. Быков [и др.] ; под ред. В. Ю. Быкова, В. М. Кухаренко. – М. : Миллениум, 2008. – 324 с.
2. Шахина, И. Ю. Интенсификация образовательного процесса с использованием on-line средств / И. Ю. Шахина, Д. С. Лазнюк // Физико-математическое образование : науч. журнал. – 2017. – Выпуск 4 (14). – С. 318–323.
3. Долинский, Е. В. Дистанционное обучение – одна из прогрессивных форм подготовки специалистов / Е. В. Долинский // Теоретические вопросы культуры, образования и воспитания : сб. науч. тр. Вип. 42 / Под общ. ред. проф. Матвиенко А. В. – М. : Изд. центр КНЛУ, 2010. – С. 202–207.
4. Быков, В. Ю. Дистанционное обучение в странах Европы и США и перспективы для Украины / В. Ю. Быков // Информационное обеспечение учебно-воспитательного процесса: инновационные средства и технологии : кол. монография / В. Ю. Быков, А. А. Гриценчук, Ю. А. Жук и др. / Академия педагогических наук Украины, Институт средств обучения. – М. : Атика, 2015. – С. 77–140.

Д. В. ТРИЦУК

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

ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНОЙ π -ДЛИНЫ π -РАЗРЕШИМОЙ ГРУППЫ, У КОТОРОЙ СИЛОВСКИЕ ПОДГРУППЫ ИЗ ФАКТОРОВ ИМЕЮТ ЗАДАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Все обозначения и используемые определения соответствуют принятым в [1]. Все рассматриваемые группы предполагаются конечными.

В исследовании строения групп по свойствам силовских подгрупп в факторах их нормальных рядов важное значение имеет нахождение инвариантов разрешимых групп с заданными свойствами силовских подгрупп.

В 2009 году в работе [2 (10)] были исследованы разрешимые группы, обладающие нормальным рядом, факторы которого имеют бициклические силовские подгруппы. В частности, были установлены оценки производной длины, нильпотентной длины и p -длины таких разрешимых групп. В 2013 году [3 (61)] получено развитие теоремы Бэра о сверхразрешимости группы, у которой на участке нормального ряда разрешимой группы между подгруппой Фраттини и подгруппой Фиттинга, факторы имеют простые порядки. В частности, получены оценки производной длины, нильпотентной длины и p -длины разрешимой группы, у которой на участке нормального ряда между подгруппой Фраттини и подгруппой Фиттинга силовские подгруппы факторов являются бициклическими.

Напомним, что производной π -длиной π -разрешимой группы G называется наименьшее число абелевых π -факторов среди всех субнормальных рядов, факторы которых являются либо π' -группами, либо абелевыми π -группами. Обозначается производная π -длина π -разрешимой группы G через $l_{\pi}^a(G)$. Данное понятие в 2003 году предложил В. С. Монахов в работе [4]. Начальные свойства производной π -длина π -разрешимой группы G получены в работе [5].

В данной работе приводятся оценки производной π -длины π -разрешимой группы, у которой силовские подгруппы из факторов имеют заданные ограничения.

Теорема. Пусть G – π -разрешимая группа. Справедливы следующие утверждения.

- 1) Если группа G обладает нормальным рядом, силовские подгруппы π -факторов которого являются циклическими, то $l_{\pi}^a(G) \leq 2$;
- 2) Если группа G обладает нормальным рядом, силовские подгруппы π -факторов которого являются метациклическими, то $l_{\pi}^a(G) \leq 10$, если $2 \in \pi$;
- 3) Если группа G обладает нормальным рядом, силовские подгруппы π -факторов которого являются бициклическими, то $l_{\pi}^a(G) \leq 10$, если $2 \in \pi$;
- 4) Если группа G обладает нормальным рядом, силовские подгруппы π -факторов которого являются либо бициклическими, либо свободными от четвертых степеней, то $l_{\pi}^a(G) \leq 18$, если $2 \in \pi$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Huppert, B. Endliche Gruppen I / B. Huppert // Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1967.
2. Monakhov, V. S. On a Finite Group Having a Normal Series Whose Factors Have Bicyclic Sylow Subgroups / V. S. Monakhov, A. A. Trofimuk // Communications in Algebra. – 2011. – V. 39, № 9. – P. 3178–3186.
3. Трофимук, А. А. Конечные группы с бициклическими силовскими подгруппами в фиттинговых факторах / А. А. Трофимук // Труды Института математики и механики УрО РАН. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 304–307.
4. Монахов, В. С. Конечные группы с полунормальной холловой подгруппой / В. С. Монахов. // Математические заметки – 2006. – Т. 80, № 4. – P. 573–581.
5. Грицук, Д. В. О производной π -длине π -разрешимой группы / Д. В. Грицук, В. С. Монахов, О. А. Шпырко // Вестник БГУ. Сер. 1. – 2012. – № 3. – С. 90–95.

А. К. ЕСМАН, Г. Л. ЗЫКОВ, В. А. ПОТАЧИЦ, В. К. КУЛЕШОВ
БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ФОТОТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БАТАРЕЯ

Особое место среди альтернативных и возобновляемых источников энергии занимают фотоэлектрические батареи благодаря их минимальному влиянию на окружающую среду. Несмотря на совершенствование технологии производства солнечных элементов (СЭ) и получение новых структур полупроводниковых материалов, продолжается поиск более рациональных структур и алгоритмов работы фотоэлектрических батарей. Одна из причин снижения эффективности СЭ заключается в том, что часть поглощенной энергии преобразуется в тепло, которое может приводить к перегреву как отдельных СЭ, так и всей батареи, более того, при использовании концентраторов солнечного излучения может происходить ухудшение их эксплуатационных характеристик и сокращения срока их службы [1].

Целью работы является разработка модели фототермоэлектрической батареи, расчет ее температурных характеристик и выходного напряжения, получаемых в условиях суточных и сезонных изменений температуры окружающей среды и плотности мощности концентрированного солнечного излучения, а также поиск путей повышения эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую.

В предлагаемой фототермоэлектрической батарее (рисунок 1) [2] полупроводниковые фотоэлектрические элементы 1 соединены между собой через металлические слои 5 из молибдена, расположенные на поверхности раздела этих элементов. Каждый из фотоэлектрических элементов 1 включает диффузионные легированные слои кремния *p*-типа 2 и *n*-типа 3. Структурированные диэлектрические покрытия 4 из TiO_2 нанесены на лицевую сторону диффузионных легированных слоев кремния *p*-типа 2 и *n*-типа 3, а также на полупроводниковый материал 6, выполненный из кремния.

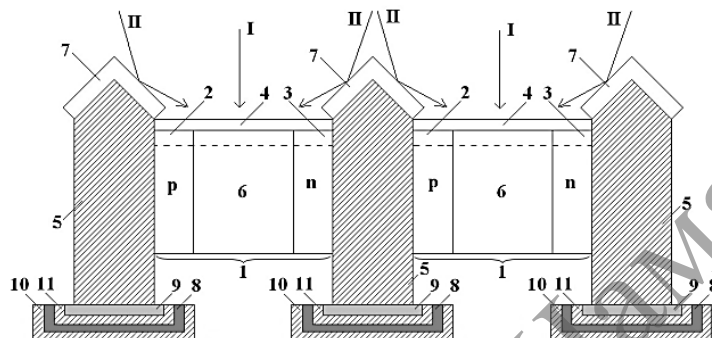


Рисунок 1. – Структура фототермоэлектрической батареи:

- 1 – фотоэлектрический элемент; 2 и 3 – диффузионные легированные слои кремния *p*- и *n*-типа;
- 4 – структурированное диэлектрическое покрытие, 5 – металлический слой;
- 6 – полупроводниковый материал; 7 – зеркальное покрытие; 8 – термоэлектрический преобразователь;
- 9 – слой диэлектрика; 10 и 11 – внешний и внутренний электроды

Зеркальные покрытия 7 из алюминия расположены на лицевой внешней поверхности металлических слоев 5 и оптически связаны через структурированные диэлектрические покрытия 4 с диффузионными легированными слоями кремния *p*-типа 2 и *n*-типа 3, а также с полупроводниковым материалом 6 фотоэлектрических элементов 1. Термоэлектрические преобразователи 8 на основе $CuInSe_2$ с внешними 10 и внутренними 11 электродами из молибдена термически связаны с металлическими слоями 5 из молибдена через слои диэлектрика 9 из Al_2O_3 .

Входное солнечное излучение падает на поверхность структурированного диэлектрического покрытия 4 непосредственно (лучи I на рисунке 1) и после отражения от зеркального покрытия 7 (лучи II на рисунке 1). Благодаря просветляющему действию покрытия 4, это излучение практически полностью поступает внутрь фотоэлектрических элементов 1 и поглощается в них, вызывая фотогенерацию носителей зарядов. Одна часть полученных зарядов разделяется полями *p-n* переходов фотоэлектрических элементов 1, создавая фото-ЭДС, а другая – рекомбинирует, нагревая полупроводниковый материал 6. Тепловая энергия полупроводникового материала 6 за счет теплопередачи нагревает металлические слои 5 по отношению к температуре окружающей среды. В результате внутри термоэлектрических преобразователей 8 появляется градиент температуры, так как внешние электроды 10 находятся при температуре окружающей среды, вызывая появление соответствующей термо-ЭДС, тем самым повышая КПД устройства.

Моделирование проводилось с помощью модуля «Heat Transfer» программной среды COMSOL Multiphysics, в которой была реализована численная модель фототермоэлектрической батареи и рассчитаны её характеристики при наличии и отсутствии стабилизации её температуры. Наличие термостабилизации означает, что температура внешних электродов 10 поддерживается равной температуре окружающей среды. Расчеты выполнялись для географических координат г. Минска. При моделировании учитывались суточные и сезонные изменения температуры окружающей среды и плотности мощности солнечного излучения.

На рисунке 2 приведены суточные изменения градиента температуры внутри термоэлектрического преобразователя фототермоэлектрической батареи в условиях облучения ее поверхности концентрированным солнечным излучением, максимальное значение плотности мощности которого $P_{max} = 1$ (рисунок 2 а)

и 500 (рисунок 2 б) кВт/м², в июле (кривая 1) и январе (кривая 2). При этом максимальные значения градиента температуры как в середине января, так и в середине июля достигаются около 12 часов дня. В январе эти значения градиента на ~ 20 % выше, чем в июле, что обусловлено, с одной стороны, наличием стабилизации температуры тыльной стороны внешних электродов на уровне температуры окружающей среды и, с другой стороны, воздействием концентрированного солнечного излучения на все элементы фототермоэлектрической батареи в течение светового дня. Однако, вследствие того, что световой день в июле больше, чем в январе, суммарный энергетический выигрыш, получаемый в течение суток в июле внутри термоэлектрического преобразователя фототермоэлектрической батареи, оказывается больше, чем в январе.

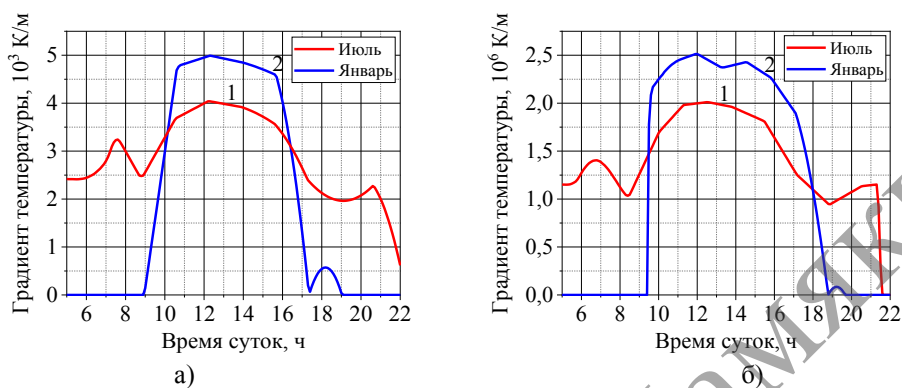


Рисунок 2. – Зависимости градиентов температуры внутри термоэлектрического преобразователя фототермоэлектрической батареи при воздействии на нее концентрированного солнечного излучения с плотностью мощности, максимальные значения которой равны 1 (а) и 500 (б) кВт/м², от времени суток в серединах июля (кривая 1) и января (кривая 2)

Достигнутые максимальные значения градиентов температуры (рисунок 2) между внутренними и внешними электродами термоэлектрических преобразователей фототермоэлектрической батареи при воздействии на нее концентрированного солнечного излучения с $P_{max} = 500$ кВт/м² приводят к тому, что разность потенциалов, генерируемая между этими электродами, в январе и июле достигает около 12 часов дня максимальных значений, которые соответственно равны 81,1 и 64,9 мВ. Суммарная генерируемая разность потенциалов в течение суток (при $P_{max} = 500$ кВт/м²) в середине января и июля составляет 635 и 780 мВ соответственно.

Проведенные исследования показали, что предложенная фототермоэлектрическая батарея в условиях интенсивной засветки позволяет увеличить энергоотдачу с единицы площади и поднять КПД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cotfas, P. A. Comprehensive review of methods and instruments for photovoltaic-thermoelectric generator hybrid system characterization / P. A. Cotfas, D. T. Cotfas // Energies. – 2020. – Vol. 13, Iss. 22. – P. 6045-1–32.
2. Фототермоэлектрическая батарея: пат. 19928 Респ. Беларусь: МПК Н 01L 31/05 / А. К. Есман, В. К. Кулешов, Г. Л. Зыков и др.; дата публ. 20.02.2016.

А. И. ЖУК, Е. Н. ЗАЩУК
УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

РЕШЕНИЯ СИСТЕМ НЕАВТНОМНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Рассмотрим следующую систему нелинейных дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами на отрезке $T = [0; a] \subset R$:

$$\dot{x}^i(t) = \sum_{j=1}^q f^{ij}(t, x(t))L^j(t), \quad i = \overline{1, p} \quad (1)$$

$$x(0) = x_0, \quad (2)$$

где f^{ij} – функции, удовлетворяющие условию линейного роста, $L^j(t)$ – непрерывные функции ограниченной вариации на отрезке T .

Уравнение (1) содержит произведение обобщенных функций, в связи с этим его решение зависит от подхода к трактовке подобного рода задач. Одним из таких подходов является концепция новых обобщенных функций [1].

Пусть R – вещественная прямая. На множестве последовательностей из элементов R введем отношение эквивалентности: $(x_n) \sim (y_n)$, если $\exists n_0 \in N, \forall n \geq n_0, x_n = y_n$, обобщенным числом назовем класс эквивалентности $\tilde{x} = [(x_n)]$. Множество обобщенных чисел обозначим \tilde{R} . Рассмотрим подмножество $H = \{\tilde{h} \in \tilde{R} : \tilde{h} = [(h_n)], h_n > 0, \forall n \in N, \lim_{n \rightarrow \infty} h_n = 0\}$.

На множестве всех последовательностей f_n таких, что $f_n \in C^\infty(R)$, введем отношение эквивалентности: $(f_n) \sim (g_n)$, если $\exists n_1 \in N, \forall n \geq n_1, \forall x \in R, f_n(x) = g_n(x)$. Класс эквивалентности $[(f_n)]$ будем называть мнемифункцией [1] и обозначать \tilde{f} . Обозначим через $G(R)$ множество всех мнемифункций. Алгебру мнемифункций вида

$$\tilde{f}(\tilde{x}) = [(f_n(x_n))],$$

где $\tilde{x} = [(x_n)] \in \tilde{R}$, а $[(f_n(x))]$ $\in G(R)$, $\forall x \in R$, обозначим $G(\tilde{R})$. Определим на $G(\tilde{T})$ обобщенный дифференциал

$$d_{\tilde{h}} \tilde{f}(\tilde{x}) = [(f_n(x + h_n) - f_n(x))], \tilde{x} = [(x_n)] \in \tilde{T}, \tilde{h} \in H.$$

Будем говорить, что мнемифункция $\tilde{f} = [(f_n)]$ ассоциирует элемент f из некоторого топологического пространства Ω , если последовательность $\{f_n\}$ при $n \rightarrow \infty$ сходится к f в топологии Ω . Заменяем обычные функции в (1) на соответствующие им новые обобщенные функции, получим:

$$d_{\tilde{h}} \tilde{x}^i(\tilde{t}) = \sum_{j=1}^q \tilde{f}^{ij}(\tilde{t}, \tilde{x}(\tilde{t})) d_{\tilde{h}} \tilde{L}^j(\tilde{t}), \quad i = \overline{1, p} \quad (3)$$

$$\tilde{x}|_{[\tilde{0}, \tilde{h}]} = \tilde{x}^0, \quad (4)$$

где $\tilde{h} = [(h_n)] \in H$, $\tilde{a} = [(a)] \in T$ и $\tilde{t} = [(t_n)] \in \tilde{T}$, $\tilde{x} = [(x_n(t))]$, $\tilde{f} = [(f_n(x))]$, $\tilde{x}^0 = [(x_n^0(t))]$, $\tilde{L} = [(L_n(t))]$ и $x_{n0} \rightarrow x(0)$.

Таким образом, под решением задачи Коши уравнения (1) – (2) будем понимать ассоциированное решение задачи Коши (3) – (4). Если заменить в (3) – (4) каждую новую обобщенную функцию представителем класса ее определяющего, получим

$$x_n^i(t + h_n) - x_n^i(t) = \sum_{j=1}^q f_n^{ij}(t, x_n(t)) [L_n^j(t + h_n) - L_n^j(t)], \quad i = \overline{1, p} \quad (5)$$

$$x_n(t)|_{[0, h_n]} = x_{n0}(t), \quad (6)$$

здесь $L_n^j(t) = (L^j * \rho_n)(t) = \int_0^{\frac{1}{n}} L^j(t + s) \rho_n(s) ds$, где $\rho_n(t) = n\rho(nt)$, $\rho \geq 0$, $supp(\rho) \subseteq [0, 1]$, $\int_0^1 \rho(s) ds = 1$,

а $f_n = f * \tilde{\rho}_n$, $\tilde{\rho} \geq 0$, $\tilde{\rho} \in C^\infty(R^{p+1})$, $\tilde{\rho}_n(x_0, x_1, \dots, x_p) = n^p \tilde{\rho}(nx_0, nx_1, \dots, nx_p)$, $\int_{[0, 1]^{p+1}} \tilde{\rho}(x_0, x_1, \dots, x_p) dx_0 dx_1 \dots dx_p = 1$, $supp(\tilde{\rho}) \subseteq [0, 1]^p$.

Пусть t – произвольная фиксированная точка из отрезка T . Тогда t можно представить в виде $t = \tau_t + m_t h_n$, где $\tau_t \in [0, h_n)$, $m_t \in N$. Заметим, что τ_t зависит от h_n и необходимо записывать τ_{th_n} , но для упрощения обозначений этого делать не будем. Несложно видеть, что решение системы (4) – (5) можно записать в виде

$$x_n^i(t) = x_{n0}^i(\tau_t) + \sum_{j=1}^q \sum_{k=0}^{m_t-1} f_n^{ij}(\tau_t + kh_n, x_n(\tau_t + kh_n)) [L_n^j(\tau_t + (k+1)h_n) - L_n^j(\tau_t + kh_n)],$$

где $i = \overline{1, p}$.

При некоторых дополнительных условиях функция x_n^j будет гладкой, поэтому при этих условиях решение задачи (5) – (6) определяет новую обобщенную функцию, которая является решением задачи (3) – (4). Эти условия описывает следующая теорема.

Теорема 1. [2]. Пусть для любых представителей $(f_n^{ij}) \in \tilde{f}^{ij}$, $(L_n^j) \in \tilde{L}^j$, $(x_n^i) \in \tilde{x}^i$, $(x_{n0}^i) \in \tilde{x}_0^i$ выполняется условие:

$$\frac{d^l}{dt^l} [x_{n0}^i(h_n - t) - x_{n0}^i(t)] - \sum_{j=1}^q \frac{d^l}{dt^l} [f_n^{ij}(t, x_{n0}(t)) (L_n^j(h_n + t) - L_n^j(t))] \rightarrow 0,$$

при $t \rightarrow +0$ для любых $l = 0, 1, 2, \dots$, тогда решение задачи Коши (3) – (4) в $G(T)$ существует и единственно.

Для описания предельного поведения решения задачи Коши (5) – (6) рассмотрим систему

$$x^i(t) = x_0^i + \sum_{j=1}^q \int_0^t f^{ij}(s, x(s-)) dL^j(s), \quad i = \overline{1, p}, \quad (7)$$

Теорема 2. Пусть выполнены условия теоремы 1 и f^{ij} $i = \overline{1, p}$, $j = \overline{1, q}$ удовлетворяют условию линейного роста и ограничены. $L^j(t)$, $j = \overline{1, q}$ – непрерывные функции ограниченной вариации. Тогда ассоциированные решения задачи Коши (3) – (4) являются решением системы уравнения (5) – (6) в пространстве $L^1(T)$, если $\int_T |x_{n0}(\tau_i) - x_0| dt \rightarrow 0$.

Аналогичные теоремы в других пространствах и с другими условиями для функций f^{ij} $i = \overline{1, p}$, $j = \overline{1, q}$ были рассмотрены в работах [3; 4; 5; 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазакович, Н. В. Стохастические дифференциалы в алгебре обобщенных случайных процессов / Н. В. Лазакович // Докл. НАН Беларуси. – 1994. – Т. 38, № 5. – С. 23–27.
2. Каримова, Т. И. Об ассоциированных решениях нестационарных систем уравнений в дифференциалах в алгебре обобщенных случайных процессов / Т. И. Каримова // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 1, Физика. Математика. Информатика. – 2009. – № 2. – С. 81–86.
3. Жук, А. И. Системы дифференциальных уравнений в алгебре обобщенных функций / А. И. Жук, О. Л. Яблонский // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2011. – № 1. – С. 12–16.
4. Жук, А. И. Дифференциальные уравнения с обобщенными коэффициентами в прямом произведении алгебр мнемофункций / А. И. Жук, Т. И. Каримова // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2018. – № 5 (112) : Физика, математика, информатика. – С. 59–62.
5. 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.
6. Жук, А. И. Оценки скорости сходимости к ассоциированным решениям дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами в алгебре мнемофункций / А. И. Жук, О. Л. Яблонский // Докл. НАН Беларуси. – 2015. – Т. 59. – № 2. – С. 17–22.

Д. А. ЗЕРНИЦА,¹ В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²БГУ (г. Минск, Беларусь)

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ РАЗОРИЕНТАЦИИ В БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ БЕССВИНЦОВЫХ ФОЛЬГАХ СИСТЕМЫ Sn-Zn

Ограничения на использование легкоплавких припоев, содержащих вредные компоненты, такие как свинец, кадмий и др., обусловили актуальность исследований по разработке новых припоев. Важнейшим условием является обеспечение высоких физико-механических свойств, которые должны

сопоставляться или превосходить свойства традиционных сплавов Sn-Pb [1–4]. Среди множества бессвинцовых припоев сплавы Sn-Zn являются наиболее подходящими для замены, поскольку имеют ряд положительных характеристик для использования их в качестве припоев и защитных покрытий.

За последние десятилетия для получения сплавов применяется высокоскоростное затвердевание, относящееся к энерго- и ресурсосберегающей технологии. При высоких скоростях охлаждения структура фольг имеет ряд отличий от структур литых сплавов, получаемых с низкими скоростями охлаждения [5]. Увеличение скорости охлаждения до 10^6 К/с позволяет расширить предел растворимости компонентов, увеличить степень гомогенности сплавов, получить аномальное пересыщение твёрдого раствора, а также подавить диффузию в жидком растворе, что может быть использовано для улучшения характеристик металлов [6].

Целью настоящей работы является анализ разориентировок зёрен в быстрозатвердевших фольгах доэвтектического сплава Sn-4,4 мас. % Zn на поверхности фольги, прилегающей к кристаллизатору в процессе затвердевания, и на свободной стороне. Оловянно-цинковый сплав, содержащий цинка до 4,4 мас. %, изготовлен сплавлением исходных компонентов в кварцевой ампуле, и дальнейшей заливкой в графитовую изложницу. Фольги получались путём выбрасывания капли расплава на поверхность цилиндра, вращающегося с частотой около 15 м/с. Затвердевшая фольга имела толщину 30–80 мкм. Микроструктура исследовалась с помощью растрового электронного микроскопа, параметр кристаллической решётки и текстура исследовалась дифрактометром ДРОН-3.

Добавка цинка до 4,4 мас. % приводит к уменьшению параметра кристаллической решётки по сравнению с чистым оловом, однако разница между этими параметрами уменьшается при комнатной температуре, что объясняется диффузионными процессами, происходящими при комнатной температуре, являющейся высокой для олова, и приводит к распаду пересыщенного твёрдого раствора, сопровождаемому увеличением параметра кристаллической решётки.

Отметим, что в быстрозатвердевшем сплаве Sn-4,4 мас. % Zn формируется текстура (100), формирование которой связано с наиболее плотноупакованной плоскостью (100), что способствует зёрнам с такой ориентацией росту с более высокой скоростью. Зёрненная структура в оловянной матрице фольги сплава Sn-4,4 мас. % Zn имеет разориентировку зёрен друг относительно друга. На рисунке 1 представлены гистограммы распределения разориентировок коррелированных границ соседних зёрен на двух слоях фольги. Можно наблюдать максимум в зависимости от величины угла в распределении разориентировок соседних зёрен для коррелированных границ.

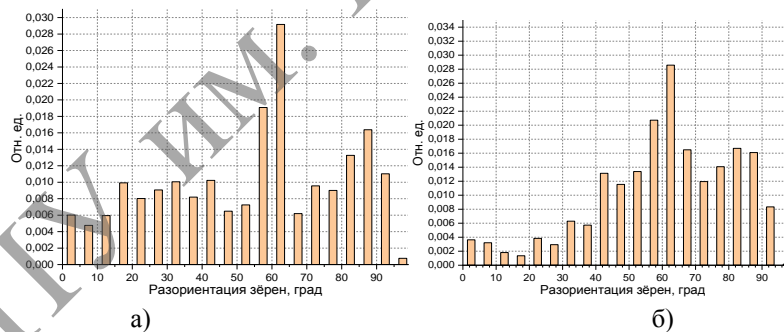


Рисунок 1. – Разориентация коррелированных границ соседних зёрен в слоях, прилегающих к кристаллизатору (а), и в слое, контактирующем с атмосферой (б)

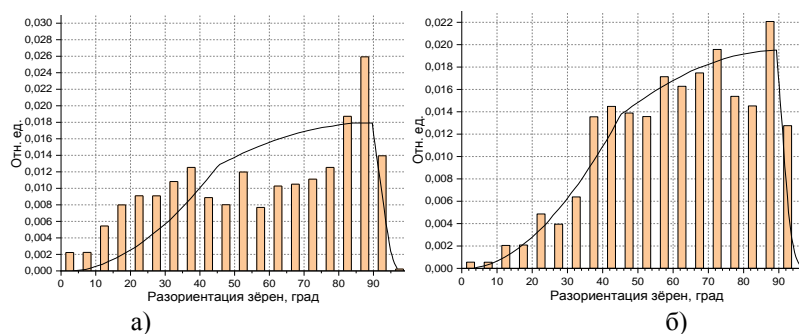


Рисунок 2. – Разориентация некоррелированных границ соседних зёрен в слоях, прилегающих к кристаллизатору (а), и в слое, контактирующем с атмосферой (б)

Для некоррелированных границ (рисунок 2) наблюдается отсутствие максимума. В распределении соседних границ максимум находится в области углов 56° – 64° , что связано с двойникованием олова в плоскости (301) вдоль направления $[\bar{1}03]$ [7]. Установлено, что двойникование в быстрозатвердевшем сплаве Sn-4,4 мас. % Zn приводит к тому, что кристаллические решётки между исходной областью и областью двойникования различаются на 63° .

ЛИТЕРАТУРА

1. Santos, W. L. R., Brito, C., Bertelli, F., Spinelli, J. E., Garcia, A. Microstructural development of hypoeutectic Zn – (10–40) wt % Sn solder alloys and impacts of interphase spacing and macrosegregation pattern on hardness // *Journal of Alloys and compounds*. 2015. V. 647. P. 989–996.
2. A. B. El Basaty, A. M. Deghady, E. A. Eid Influence of small addition of antimony (Sb) on thermal behavior, microstructural and tensile properties of Sn-9.0Zn-0.5Al Pb-free solder alloy // *Mater. Sci. Eng.* Vol. 701 (2017) 245–253.
3. Jae-Ean Lee, Keun-Soo Kim, Katsuaki Suganuma, Junichi Takenaka, Koichi Hagio Interfacial Properties of Zn–Sn Alloys as High Temperature Lead-Free Solder on Cu Substrate // *Materials Transactions*, Vol. 46, No. 11 (2005) pp. 2413–2418.
4. Islam R. A., Wu B. Y., Alam M. O., Chan Y. C., Jillek W. Investigations on microhardness of Sn–Zn based lead-free solder alloys as replacement of Sn–Pb solder // *Journal of Alloys and Compounds*. 2005. V. 392. P. 149–158.
5. Jing Y. Influence of rapid solidification on microstructure, thermodynamic characteristic and the mechanical properties of solder Cu joints of Sn–9Zn alloy // *Materials and Design*. – 2013. – V. 52. – P. 92–97.
6. Шепелевич, В. Г. Быстрозатвердевшие легкоплавкие сплавы. / В. Г. Шепелевич. – Минск : БГУ, 2015. – 192 с.
7. Хоникомб, Р. Пластическая деформация металлов. / Р. Хоникомб – М. : Мир, 1972. – 408 с.

М. А. КНЯЗЕВ

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ТОПОЛОГИЧЕСКИ НЕТРИВИАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ УРАВНЕНИЯ ФИШЕРА–КОЛМОГорова–ПЕТРОВСКОГО–ПИСКУНОВА

Рассматриваемое в работе уравнение Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова (ФКПП) представляет собой уравнение типа «конвенция–реакция–диффузия». Оно применяется для описания процессов самоорганизации, а также построения в неравновесных открытых системах, имеющих различную природу, структурных формирований [1]. Такого рода задачи широко встречаются в биофизике, химии, экологии и т. п. В базовом варианте в (1+1)-мерном случае уравнение ФКПП имеет вид [2]:

$$u_t = Du_{xx} + au - bu^2, \quad (1)$$

где D – коэффициент диффузии, a – параметр, характеризующий скорость роста функции $u(x, t)$, в частности, это может быть плотность распределения некоторой популяции, b – параметр, характеризующий квадратичные по плотности конкурентные потери; все эти коэффициенты являются константами. Здесь использованы обозначения вида $u_t = \partial u / \partial t$ и т. п. В дальнейшем из соображений простоты вычислений будем считать коэффициенты уравнения ФКПП равными единице. Ряд решений такого уравнения получен в работе [3] с использованием метода однородного баланса.

С целью повышения точности описания процессов при помощи уравнения ФКПП рассматривались некоторые его модификации. Проводился учет конкурентных потерь в третьем порядке, причем, если в работе [4] они представляли собой малую поправку к уравнению (1), то в работе [5] их вклад уже является существенно нелинейным. В работе [2] замена локальных квадратичных потерь интегральным выражением, которое учитывало нелокальные квадратичные потери посредством функции влияния, позволила построить асимптотические решения, описывающие квазистационарные структуры. Ещё один подход связан с учетом эффектов запаздывания [6], что позволило определить появление различных пространственно неоднородных режимов.

В настоящей работе рассматривается модификация уравнения ФКПП, связанная с учетом влияния пространственной неоднородности в системе на скорость роста функции. Запишем модифицированное уравнение ФКПП в следующем виде

$$u_t - u_{xx} - u + u^2 - u_x u = 0. \quad (2)$$

Для решения уравнения (2) применим прямой метод Хироты решения нелинейных уравнений в частных производных [7]. В результате получим решение вида

$$u(x, t) = \frac{1}{2} \left[1 + \tanh \left(\frac{kx - \omega t + \eta^0}{2} \right) \right]. \quad (3)$$

Данное решение соответствует топологически нетривиальному состоянию типа одиночного кинка в системе, описываемой уравнением ФКПП. Здесь k и ω – параметры решения. Параметр η^0 характеризует начальное положение кинка. Без потери общности его можно положить равным нулю. Дисперсионное соотношение для решения (3) записывается следующим образом

$$\omega = -k^2 - 1$$

Вычисления показывают, что параметры решения k и ω в данном случае могут принимать только строго фиксированные значения $k=1/2$, $\omega=-5/4$.

Подобно модифицированному уравнению ФКПП, рассмотренному в работе [5], в результате модификации в виде (2) снова получено решение, которое содержит только вклад от составляющей в виде кинка. Солитонная составляющая отсутствует. Таким образом, модификация уравнения ФКПП в работе [5] и уравнение (2) приводят к одинаковому эффекту, а именно, возможности формирования в среде доменной структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пухов, А. А. Уравнение «реакция-диффузия»; учебное пособие / А. А. Пухов. – М. : МФТИ, 2014. – 74 с.
2. Левченко, Е. А. Асимптотические решения нелокального уравнения Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова на больших временах / Е. А. Левченко, А. Ю. Трифонов, А. В. Шаповалов // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т. 5, № 4. – С. 543–558.
3. Yirui Yang. Solitary wave solutions of FKPP equation using Homogeneous balance method (HBB method) // Yirui Yang, Wei Kou, Xiaopeng Wang, Xurong Chen // e-Print archive, arXiv.org/pdf/2009.11378 [nlin.PS].
4. Волосов, К. А. Новые точные решения уравнений с частными производными параболического типа: учебное пособие / К. А. Волосов, Е. К. Вдовина, А. К. Волосова. – М. : МИИТ, 2010. – 134 с.
5. Блинкова, Н. Г. Решение типа кинка модифицированного уравнения Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова / Н. Г. Блинкова, М. А. Князев // Приборостроение – 2020 : Материалы XIII Междунар. научно-техн. конф., 18–20 нояб. 2020 г. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 235–236.
6. Алешин, С. В. Уравнение Колмогорова–Петровского–Пискунова с запаздыванием / С. В. Алешин, С. Д. Глызин, С. А. Кашенко // Моделирование и анализ информационных систем. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 304–321.
7. Абловиц, М. Солитоны и метод обратной задачи рассеяния / М. Абловиц, Х. Сегур. – М. : Мир, 1987. – 479 с.

Е. В. КУЗЬМИНА

УО БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

О СХОДИМОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ РЕШЕНИЙ АППРОКСИМИРУЮЩИХ УРАВНЕНИЙ

Рассмотрим в пространстве распределений семейство уравнений с обобщенными коэффициентами вида

$$u' + s \left(P \left(\frac{1}{x} \right) + M \delta \right) u = 0, \quad (1)$$

где s – натуральное число, M – произвольная комплексная постоянная, $P \left(\frac{1}{x} \right)$ – обобщенная функция,

заданная выражением

$$\left\langle P\left(\frac{1}{x}\right), \varphi \right\rangle = \int \frac{1}{x} \varphi(x) dx,$$

в котором интеграл понимается в смысле главного значения по Коши [1].

Заменим обобщенный коэффициент $q = s \left(P\left(\frac{1}{x}\right) + M\delta \right)$ на его аппроксимацию гладкими

функциями q_ε и рассмотрим семейство уравнений

$$u'_\varepsilon(x) + q_\varepsilon(x)u_\varepsilon(x) = 0. \quad (2)$$

Пусть $u_\varepsilon(x)$ – решение задачи Коши с условием $u_\varepsilon(-1) = (-1)^s$ для (2).

Если семейство функций $u_\varepsilon(x)$ сходится в пространстве распределений, то его предел U будем называть *обобщенным решением задачи Коши для уравнения (1) при заданном способе аппроксимации* [2].

Решения аппроксимирующих уравнений (2) при

$$q_\varepsilon(x) = \lambda \frac{s}{x+i\varepsilon} + (1-\lambda) \frac{s}{x-i\varepsilon}, \quad (3)$$

где $\lambda = \frac{1}{2} - \frac{M}{2\pi i}$, $M = i\pi(1-2\lambda)$, представляются в виде

$$u_\varepsilon(x) = C_\varepsilon \frac{1}{(x-i\varepsilon)^s} \left(\frac{x-i\varepsilon}{x+i\varepsilon} \right)^{\lambda s},$$

где $C_\varepsilon = (1+i\varepsilon)^s \left(\frac{-1+i\varepsilon}{-1-i\varepsilon} \right)^{\lambda s}$, $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} C_\varepsilon \neq 0$. При $x \neq 0$ семейство $u_\varepsilon(x)$ точно сходится к формальному решению

$$u(x) = \begin{cases} \frac{1}{x^s}, & x < 0; \\ (-1)^s \cdot \frac{e^{-sM}}{x^s}, & x > 0. \end{cases}$$

В работе [3] доказано, что при аппроксимации (3) обобщенное решение уравнения (1), где $M = i\pi \left(1 - \frac{2m}{s} \right)$, при целых $m = \lambda s$ существует, если $m \geq s$ или $m \leq 0$, и не существует, если $0 < m < s$. При других значениях λ и s возникают более сложные случаи, которые не исследованы в [3].

Теорема. При аппроксимации (3) коэффициента $q = s \left(P\left(\frac{1}{x}\right) + M\delta \right)$ обобщенное решение задачи Коши для дифференциального уравнения (1) не существует, когда $M = i\pi \left(1 - \frac{2m}{s} \right)$, где $m = \lambda s$ нецелое число.

Доказательство. Приведем доказательство для тех конкретных значений s и λ , для которых это наиболее просто и наглядно.

Ограничимся случаем $s = 1$. Существует такая основная функция Φ , что $\Phi(x) = 1$ при $|x| < h$ и $\Phi(x) = 0$ при $|x| > 2h$. Для этой функции получаем

$$\int_{|x| \leq 2h} u_\varepsilon(x) \Phi(x) dx = I_1(\varepsilon) + I_2(\varepsilon),$$

где

$$I_1(\varepsilon) = C_\varepsilon \int_{|x| \leq h} \frac{1}{x-i\varepsilon} \left(\frac{x-i\varepsilon}{x+i\varepsilon} \right)^\lambda dx, \quad I_2(\varepsilon) = \int_{h \leq |x| \leq 2h} u_\varepsilon(x) \Phi(x) dx.$$

При $h \leq |x| \leq 2h$ сходимость равномерная, поэтому существует конечный предел у $I_2(\varepsilon)$. Рассмотрим более подробно $I_1(\varepsilon)$.

При $\lambda = \frac{1}{2}$ (соответствует $M = 0$) имеем

$$I_1(\varepsilon) = C_\varepsilon \int_{|x| \leq h} \frac{1}{\sqrt{x^2 + \varepsilon^2}} dx.$$

Здесь семейство функций $\frac{1}{\sqrt{x^2 + \varepsilon^2}}$ монотонно возрастает при $\varepsilon \rightarrow 0$ и почти всюду сходится к неинтегрируемой функции $\frac{1}{|x|}$. Поэтому, согласно теореме Б. Леви, интегралы $\int_{|x| \leq h} \frac{1}{\sqrt{x^2 + \varepsilon^2}} dx$ стремятся

к бесконечности, т.е. у них нет конечного предела. Эти интегралы растут как $2 \ln \frac{1}{\varepsilon}$:

$$\begin{aligned} \int_{|x| \leq h} \frac{1}{\sqrt{x^2 + \varepsilon^2}} dx &= \ln(h + \sqrt{h^2 + \varepsilon^2}) - \ln(\sqrt{h^2 + \varepsilon^2} - h) = \ln \frac{\sqrt{h^2 + \varepsilon^2} + h}{\sqrt{h^2 + \varepsilon^2} - h} = \\ &= 2 \ln(\sqrt{h^2 + \varepsilon^2} + h) + 2 \ln \frac{1}{\varepsilon}. \end{aligned}$$

Числовой множитель C_ε не влияет на сходимость и расходимость $u_\varepsilon(x)$ в пространстве распределений. Следовательно, при $\varepsilon \rightarrow 0$ интегралы $I_1(\varepsilon)$ не имеют конечного предела.

При $\lambda = \frac{3}{2}$ (соответствует $M = -2\pi i$) имеем

$$I_1(\varepsilon) = C_\varepsilon \int_{|x| \leq h} \frac{1}{x - i\varepsilon} \left(\frac{x - i\varepsilon}{x + i\varepsilon} \right)^{\frac{2}{3}} dx = C_\varepsilon \int_{|x| \leq h} \frac{(x - i\varepsilon)^{\frac{2}{3}}}{(x^2 + \varepsilon^2)^{\frac{3}{2}}} dx.$$

Рассмотрим

$$\begin{aligned} \int_{|x| \leq h} \frac{(x - i\varepsilon)^{\frac{2}{3}}}{(x^2 + \varepsilon^2)^{\frac{3}{2}}} dx &= \int_{|x| \leq h} \frac{x^2 - \varepsilon^2}{(x^2 + \varepsilon^2)^{\frac{3}{2}}} dx - i2\varepsilon \int_{|x| \leq h} \frac{x}{(x^2 + \varepsilon^2)^{\frac{3}{2}}} dx = \\ &= \int_{|x| \leq h} \frac{1}{\sqrt{x^2 + \varepsilon^2}} dx - \int_{|x| \leq h} \frac{2\varepsilon^2}{(x^2 + \varepsilon^2)^{\frac{3}{2}}} dx - i2\varepsilon \int_{|x| \leq h} \frac{x}{(x^2 + \varepsilon^2)^{\frac{3}{2}}} dx. \end{aligned}$$

Здесь первый интеграл растет как $2 \ln \frac{1}{\varepsilon}$, второй интеграл имеет конечный предел, а третий интеграл равен нулю. Следовательно, интегралы $I_1(\varepsilon)$ стремятся к бесконечности.

Аналогично можно исследовать интегралы $\int_{|x| \leq 2h} u_\varepsilon(x) \varphi(x) dx$ при других натуральных λ и нецелых λ , что и доказывает теорему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров, В. С. Обобщенные функции в математической физике / В. С. Владимиров. – М. : Наука, 1979. – 320 с.

2. Антонец, А. Б. Обобщенные решения одного дифференциального уравнения с рациональным коэффициентом / А. Б. Антонец, Т. Г. Шагова // Таврический Вестник Информатики и Математики, 2019. – № 3. – С. 23–36.

3. Антонец, А. Б. Решения дифференциального уравнения $u' + \frac{s}{x}u = 0$ в пространстве распределений / А. Б. Антонец, Е. В. Кузьмина // Весник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 56–66.

Г. В. КУЛАК,¹ Т. В. НИКОЛАЕНКО,¹ П. И. РОПОТ,² В. А. ЮРЧУК¹

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

ДВУКРАТНАЯ БРЭГГОВСКАЯ ДИФРАКЦИЯ БЕССЕЛЕВЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ НА УЛЬТРАЗВУКЕ В КРИСТАЛЛАХ ПАРАТЕЛЛУРИТА

Акустооптическая (АО) дифракция световых волн в плосковолновом приближении или гауссовых световых пучков хорошо изучена [1]. В работе [2] рассмотрены особенности двукратной брэгговской АО дифракции многоцветного оптического излучения в одноосных гиротропных кристаллах. В последнее время значительное внимание уделяется изучению особенностей АО преобразования бesselевых световых пучков (БСП) в кристаллических материалах [3].

Рассмотрим геометрию АО взаимодействия, при которой ультразвуковая (УЗ) волна распространяется в кристалле TeO_2 в направлении оси X и занимает пространство между плоскостями $z = 0$ и $z = l$. Ось падающего БСП расположена в плоскости XZ . При двукратной брэгговской дифракции падающий БСП распространяется вдоль оптической оси кристалла и дифрагированные световые пучки распространяются под примерно одинаковыми углами φ_1 и φ_2 к падающему. Частота ультразвука f , при которой происходит двукратная АО дифракция, находится из соотношения [1]: $f = v\sqrt{n\Delta n}/\lambda_0$, где v – фазовая скорость УЗ волны, n – средний показатель преломления дифрагированной волны, Δn – разность показателей преломления дифрагированных волн, обусловленная линейной анизотропией и гиротропией [2], λ_0 – длина световой волны в вакууме. Геометрия АО преобразования БСП при точном брэгговском синхронизме представлена на рисунке 1.

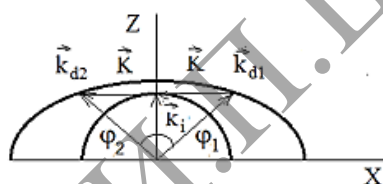


Рисунок 1. – Геометрия двукратной брэгговской АО дифракции БСП в одноосных гиротропных кристаллах (падающий световой пучок распространяется вдоль оптической оси кристалла ($\varphi_1=0$) и дифрагированные БСП под углами $\varphi=\varphi_1$ и $\varphi=\varphi_2$)

Экспериментальное исследование двукратной АО дифракции БСП проводилось на макете, оптическая схема которого представлена на рисунке 2. Для АО ячейки на основе парателлуриата дифракция БСП с длиной волны 633 нм рассматривалась при распространении падающего светового пучка вдоль оптической оси кристалла (рисунок 1).

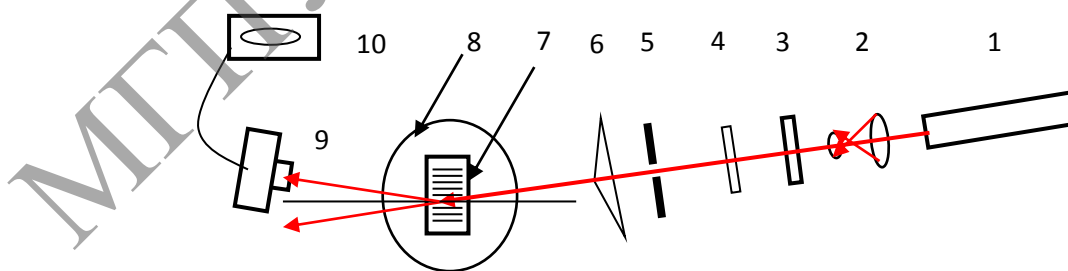


Рисунок 2. – Оптическая схема для экспериментального исследования макета АО преобразователя БСП в одноосных гиротропных кристаллах:

- 1 – лазер; 2 – коллиматор; 3 – пластинка $\lambda/4$; 4 – пленочный поляризатор; 5 – кольцевая диафрагма; 6 – аксикон; 7 – АО модулятор; 8 – юстировочный столик с лимбом для отсчета угла; 9 – фотодиод PD300SHS; 10 – измеритель мощности лазерного излучения Ophir

В дальнем поле оптического излучения как падающая волна, так и дифрагированные волны имеют кольцевое распределение интенсивности (рисунок 3).



Рисунок 3. – Наблюдаемое на эксперименте расположение падающего и двух дифрагированных БСП в дальней зоне (кристалл TeO_2 , $\lambda_0=633$ нм, $\varphi_1=\varphi_2=4,45^\circ$, угловая расстройка $\Delta\theta=0$, $f=75$ МГц, $l=0,5$ см, параметр конусности БСП $\gamma=2,4^\circ$)

Видно, что два боковых дифрагированных БСП располагаются симметрично относительно центрального (падающего) и имеют примерно одинаковую интенсивность. Угол дифракции для БСП с длиной волны $\lambda_0=633$ нм (рисунок 1) составил $\varphi_1=\varphi_2=4,45^\circ$. Эффективность дифракции $\eta_{d1}=\eta_{d2}=0,5\%$. Данная особенность дифракции соответствует интенсивности ультразвука $I_a=0,34$ Вт/см².

При наличии расстройки брэгговского синхронизма ($\Delta\theta = 2^\circ$) падающий БСП направлялся под углом $\varphi_i=2^\circ$ к оптической оси кристалла. При этом также наблюдаются два дифрагированных БСП с кольцевым распределением интенсивности, однако их интенсивности значительно различаются (рис. 4). Угол дифракции для БСП с длиной волны $\lambda_0=633$ нм составил $\varphi_2=4,45^\circ$ (рисунок 1).



Рисунок 4. – Наблюдаемое на эксперименте расположение падающего и двух дифрагированных БСП в дальней зоне (кристалл TeO_2 , $\lambda_0=633$ нм, $\varphi_1=\varphi_2=4,45^\circ$, угловая расстройка $\Delta\theta=2$, $f=75$ МГц, $l=0,5$ см, параметр конусности БСП $\gamma=2,4^\circ$)

При наличии расстройки брэгговского синхронизма ($\Delta\theta=2^\circ$) относительные интенсивности дифрагированных пучков составили: $\eta_{d1}=0,5\%$, $\eta_{d2}=0,25\%$.

Таким образом, установлено, что при распространении БСП вдоль оптической оси кристалла дифрагированные световые пучки ± 1 -го порядка располагаются симметрично относительно падающего и имеют примерно одинаковую интенсивность. При наличии расстройки брэгговского синхронизма также наблюдаются два дифрагированных БСП, однако их интенсивности значительно различаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакший, В. Н. Физические основы акустооптики / В. Н. Балакший, В. Н. Парыгин, Л. Е. Чирков. – М. : Радио и связь, 1985. – 280 с.
2. Котов, В. М. Акустооптика. Брэгговская дифракция многоцветного излучения / В. М. Котов. – М. : Янус-К, 2016. – 285 с.
3. Belyi, V. N. Peculiarities of Acoustooptic Transformation of Bessel Light Beams in gyrotropic Crystals / V. N. Belyi, N. S. Kazak, P. A. Khilo, E. S. Petrova, N. A. Khilo // Universal Journal of Physics and Application. – 2015. V. 9 (5). – P. 220–224.

А. С. ЛЕОНЕНКО

ГУО «Козенская средняя школа Мозырского района» (г. Мозырь, Беларусь)

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ

Проблема межпредметных связей интересовала педагогов еще в далеком прошлом. Важность связи между учебными предметами диктуется воспитательными задачами школы, дидактическими принципами обучения, подготовкой учащихся к практической деятельности, связью обучения с жизнью. Межпредметные связи способствуют формированию у учащихся представления о явлениях природы и взаимосвязи между ними.

В настоящее время, пожалуй, нет необходимости доказывать актуальность связи между учебными предметами в процессе преподавания. Современный этап развития науки характеризуется взаимопроникновением наук друг в друга. Учебная программа для учреждений общего среднего образования по математике предусматривает в 9 классе обязательное изучение раздела «Прогрессии», на примере которого рассмотрим, как можно реализовать связь между математикой и предметами общественно-гуманитарного цикла: биологией, историей, литературой.

Самым показательным примером прогрессии может служить природа. Межпредметная связь между математикой и биологией наиболее ярко прослеживается при изучении раздела «Протисты», в котором учащиеся знакомятся с темой «Инфузории и бактерии, их размножение».

Известно, что бактерии размножаются делением: одна бактерия делится на две; каждая из этих двух в свою очередь тоже делится на две, и получаются четыре бактерии; из этих четырех в результате деления получаются восемь бактерий и т. д. Результат каждого удвоения будем называть поколением. При изучении этой темы прослеживается тесная связь с геометрической прогрессией. В ходе урока можно предложить учащимся решить следующие задачи:

1. Бактерия, попав в живой организм, к концу 20-й минуты делится на две бактерии, каждая из них к концу следующих 20 минут делится опять на две и т. д. Найдите число бактерий, образующихся из одной бактерии к концу суток [1].

2. Гидра размножается почкованием, причём при каждом делении получается 5 новых особей. Какое количество делений необходимо для получения 3125 особей?

3. Летом инфузории размножаются бесполом способом делением пополам. Сколько будет инфузорий после 8-го размножения? 7-го размножения? 9-го размножения?

Другая форма работы, которая дает возможность заинтересовать учеников изучаемым материалом и позволяет им проявить свои творческие способности, – самостоятельно подготовить задачи, связанные с прогрессиями. Такой вид исследовательской домашней работы позволяет разнообразить самостоятельную деятельность учащихся, вызывает интерес к предмету. Ребята с интересом находят примеры таких задач в строении различных растений и животных, представляют результаты своих исследований на уроке.

Реализация связи математики с историей вызывает не только интерес на уроке, но и способствует формированию мировоззрения и общей культуры учащихся.

В качестве закрепления изученного материала предлагается по вариантам решить следующие исторические задачи:

1. *Задача Древнего Рима «о семи старухах».* Старухи направляются в Рим, каждая имеет 7 мулов, каждый мул тащит 7 мешков, в каждом мешке находится 7 хлебов, у каждого хлеба лежит 7 ножей, каждый нож нарежет 7 кусков хлеба. Чему равно общее число всего перечисленного?

2. *Задача Древней Греции.*

Шли шесть старцев;

У каждого старца по шесть костылей;

На каждом костыле по шесть сучков;

На каждом сучке по шесть кошелей;

В каждом кошеле по шесть пирогов;

На каждом пироге по шесть воробьёв.

Сколько всего воробьёв?

3. *Задача Древнего Египта.* У пяти лиц по 5 кошек. Каждая кошка съедает по 5 мышек, каждая мышка за одно лето может уничтожить 5 ячменных колосков, а из зёрен одного колоска может вырасти 5 горстей ячменного зерна. Сколько горстей зерна ежегодно спасается благодаря кошкам?

Так, изучая тему «Сумма n-первых членов арифметической прогрессии», для объяснения нового материала можно использовать задачу:

В Германии молодой Карл Гаусс (1777–1855) нашел моментально сумму всех натуральных чисел от 1 до 100, будучи ещё учеником начальной школы. Как он это сделал?

Использование на уроках математики материала из художественных произведений, имеющего отношение к предмету, цитат известных людей о необходимости изучения математики позволяет внести в урок элементы занимательности и продемонстрировать связь математики с таким важным школьным предметом, как литература.

Математика и поэзия... Разве может что-то их связывать? Они такие разные! Многие ученые, занимавшиеся исследованиями в области математики, были не только математиками, но физиками и химиками и даже поэтами.

Даже в литературе мы встречаемся с математическими понятиями. Так, вспомним строки из "Евгения Онегина".

...Не мог он ямба от хорея,
Как мы не бились отличить...

Ямб – это стихотворный размер с ударением на четных слогах 2; 4; 6; 8... Номера ударных слогов образуют арифметическую прогрессию с первым членом 2 и разностью прогрессии 2.

Хорей – это стихотворный размер с ударением на нечетных слогах стиха 1; 3; 5; 7... Номера ударных слогов образуют арифметическую прогрессию с первым членом 1 и разностью прогрессии 2.

В ходе урока «Арифметическая прогрессия» на этапе актуализации знаний учащихся можно предложить определить вид прогрессии по отрывку из стихотворения, определить первый член прогрессии и разность.

Например [2]:

1. Буря мглою небо кроет...
1 2 3 4 5 6 7 8

БУ -ря мгЛО -ю нЕ -бо крО -ет

Вихри снежные крутя...
1 2 3 4 5 6 7

вИх -ри снЕж -ны -Е кру -тЯ

2. Я Вас любил, любовь ещё быть может
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

я вАс лю -бил , лю -бОвь е -щё быть мО -жет

В душе моей угасла не совсем ...
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

в ду -ше мо -Ей у -гАс -ла нЕ сов -сЕм

В качестве закрепления изученного материала по теме «Сумма n-первых членов арифметической прогрессии» учащимся предлагается задание.

Например:

Определить, каким стихотворным метром написано каждое из стихотворений, назвать первый член, разность, определить n-ый член прогрессии и сумму n-членов полученной прогрессии.

Например [2]:

1. Кто я? Что я? Только лишь мечтатель,
Синь очей утративший во мгле,
Эту жизнь прожил я словно кстаги,
Заодно с другими на земле. (С. А. Есенин) $a_8 - ? S_{10} - ?$

2. Морская даль во мгле туманной;
Там парус тонет, как в дыму,
А волны в злобе постоянной
Бегут к побережью моему. (А. Фет) $a_6 - ? S_8 - ?$

3. Вьюга злится, вьюга плачет,
Кони чуткие храпят,
Вон уж он, далече скачет,
Лишь глаза во мгле горят... (А. С. Пушкин) $a_9 - ? S_7 - ?$

4. В пустыне чахлой и скупой,
На почве, зноем раскаленной,
Анчар, как грозный часовой,
Стоит – один во всей вселенной. (А. С. Пушкин) $a_7 - ? S_7 - ?$

Таким образом, прогрессии помогают человечеству решать многие проблемы. Арифметическая и геометрическая прогрессии не только связаны с красивыми задачами и легендами прошлого, но и позволяют изучать часто встречающиеся на практике процессы. Задачи подобного рода представляют большую ценность, поскольку позволяют продемонстрировать учащимся применение математических методов для решения задач из других предметных областей.

Учебные программы рассчитаны на способного ученика, который изучает предметы для своего удовольствия. Для остальных учеников изучение одних предметов будет удовольствием, а других – безразлично. В связи с этим реализация межпредметных связей повышает интерес учащихся к предмету, способствует глубокому и всестороннему усвоению основ наук в школе, создает благоприятные условия формирования общеучебных умений и навыков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект на тему «Прогрессия в жизни человека» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/files/proekt-na-temu-progressiia-v-zhizni-cheloveka.html>. – Дата доступа: 05.03.2021.
2. Российский литературный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stihi-rus.ru/70.htm>. – Дата доступа: 20.02.2021.

П. А. ЛИСОВИЧ

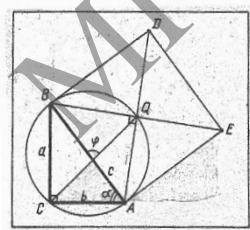
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ

Вектор – одно из фундаментальных понятий современной математики, которое широко используется в различных ее областях. В связи с переходом учреждений общего среднего образования на новые учебные программы в программу X класса, изучающего математику на повышенном уровне, включена тема «Координаты и векторы в пространстве». На её изучение отводится 12 часов. В настоящее время на векторной основе излагаются линейная алгебра, аналитическая и дифференциальная геометрия, функциональный анализ. Темы, связанные с элементами векторной алгебры, можно отнести к числу одних из самых сложных в школьной геометрии. Однако векторный метод является одним из эффективных математических методов для решения геометрических и алгебраических задач.

Многообразие возможностей применения векторной алгебры и её приложения в повышении и развитии математической культуры учащихся трудно переоценить. Векторное решение задач по геометрии и алгебре зачастую проще их решения средствами элементарной геометрии и стандартных решений по геометрии. При этом можно обойтись без тех дополнительных построений, которые иногда затрудняют поиск решения задачи.

Сущность векторного метода заключается в следующем. Сначала геометрическую задачу переводят на векторный язык, затем решают задачу, используя операции над векторами, опорные задачи векторного метода. Далее полученный результат в векторной форме переводят обратно на геометрический язык. Для примера рассмотрим несколько задач, решенных средствами элементарной геометрии и векторным методом.



Пример 1. На гипотенузе AB прямоугольного треугольника ABC построен квадрат $ABDE$ в той полуплоскости от прямой AB , которой не принадлежит треугольник ABC . Найти расстояние от вершины C прямого угла до центра квадрата, если катеты BC и AC имеют соответственно длины a и b [1].

Решение 1. Сумма площадей треугольников ABC и ABQ равна площади четырехугольника $AQBC$:

$$\frac{1}{2}ab + \frac{1}{2}AQ^2 = \frac{1}{2}c \cdot CQ \sin \varphi,$$

где φ – величина угла между прямыми AB и CQ . Луч CQ есть биссектриса угла ACB , так как вписанные углы ACQ и BCQ опираются на равные дуги AQ и BQ . По теореме о внешнем угле треугольника $\varphi = \alpha + 45^\circ$. Подставив в предыдущее равенство

$$AQ^2 = \frac{1}{2}(a^2 + b^2) \text{ и } \sin \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{a+b}{c},$$

получим:

$$ab + \frac{1}{2}(a^2 + b^2) = CQ \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}(a + b),$$

искомое расстояние $CQ = \frac{a+b}{\sqrt{2}}$.

Решение 2. Положим $\vec{AC} = b$ и $\vec{CB} = a$ и выразим через эти векторы вектор \vec{CQ} :

$$\vec{CQ} = \vec{CA} + \vec{AQ} = \vec{b} + \frac{1}{2}(\vec{AB} + \vec{AE}) = \vec{b} + \frac{1}{2}(\vec{a} - \vec{b}) + \frac{1}{2} \cdot \vec{AE} = \frac{1}{2}(\vec{a} + \vec{b}) + \frac{1}{2} \cdot \vec{AE},$$

положив $\vec{AE} = \alpha \vec{a} + \beta \vec{b}$, найдем коэффициенты α и β этого разложения, используя условия $\vec{AE} \cdot \vec{AB} = 0$ и $|\vec{AE}| = |\vec{AB}|$, которые приводят к системе уравнений:

$$(\alpha \vec{a} + \beta \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b}) = 0,$$

$$(\alpha \vec{a} + \beta \vec{b})^2 = (\vec{a} - \vec{b})^2.$$

Поскольку $\vec{ab} = 0$, то эта система эквивалентна такой:

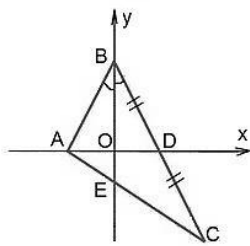
$$\alpha \vec{a}^2 - \beta \vec{b}^2 = 0, \quad \alpha^2 a^2 + \beta^2 b^2 = \vec{a}^2 + \vec{b}^2,$$

откуда $\alpha = \frac{b}{a}$ и $\beta = \frac{a}{b}$, следовательно,

$$\vec{AE} = \frac{b}{a} \vec{a} + \frac{a}{b} \vec{b},$$

$$\vec{CQ} = \frac{1}{2}(\vec{a} + \vec{b}) + \frac{1}{2}\left(\frac{b}{a} \vec{a} + \frac{a}{b} \vec{b}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{a+b}{a} \vec{a} + \frac{a+b}{b} \vec{b}\right).$$

Наконец, $CQ^2 = \frac{1}{2}(a+b)^2$, $CQ = \frac{a+b}{\sqrt{2}}$.



Пример 2. В произвольном треугольнике ABC биссектриса BE перпендикулярна медиане AD , причем $BE = AD = 4$. Найти стороны треугольника ABC [2].

Решение 1. Введем обозначения: $\vec{BA} = a$, $\vec{BC} = c$. Теперь через a и c выразим векторы \vec{BE} и \vec{AD} .

По свойству биссектрисы треугольника из того, что $BC = 2 \cdot BD$, следует, что $CE = 2 \cdot AE$. По формуле деления отрезка в данном отношении имеем:

$$\vec{BE} = \frac{(c + 2a)}{3}.$$

По правилу вычитания векторов $\vec{AD} = \frac{1}{2}(c - a)$. У векторов \vec{BE} и \vec{AD} длины известны.

Пусть $|\vec{a}| = a$, тогда $|\vec{c}| = 2 \cdot a$. Вычислив скалярные квадраты векторов \vec{BE} и \vec{AD} , получим уравнения:

$$2 \cdot a^2 + ac = 36,$$

$$2 \cdot a^2 - ac = 16.$$

Отсюда $a^2 = 13$ и $ac = 10$. Значит, $AB = \sqrt{13}$, $BC = 2\sqrt{13}$. Найдем сторону AC по теореме косинусов: $AC^2 = 5a^2 - 2ac$. Подставив вместо a^2 и ac найденные выше значения, получим $AC = 3\sqrt{5}$.

Решение 2. Медиану AD и биссектрису BE треугольника ABC выразим через длины a, b и c сторон треугольника ABC по формулам:

$$AD^2 = \frac{(b^2 + c^2)}{2} - \frac{a^2}{4}, \text{ и } BE^2 = ac - a_1 c_1,$$

где $a_1 = CE$ и $c_1 = AE$.

Пусть $AB = x$, $AE = y$, тогда $BC = 2x$ и $CE = 2y$. Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{(x^2 + 9y^2)}{2} - x^2 = 16, \\ x^2 - y^2 = 8. \end{cases}$$

Отсюда $x^2 = 13$, $y^2 = 5$. Значит, $AB = \sqrt{13}$, $BC = 2\sqrt{13}$ и $AC = 3\sqrt{5}$.

Таким образом, основным методом решения геометрических задач является аналитический метод. Однако аппарат векторной алгебры позволяет создать особый метод решения геометрических задач. Их решение значительно упрощается, если геометрические преобразования используются в сочетании с методами векторной алгебры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атанасян, Л. С. Изучение геометрии в 7–9 классах. Пособие для учителей / Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, Ю. А. Глазков // Издательство «Просвещение». – 2009. – 255 с.
2. Кушнир, А. И. Векторные методы решения задач / А. И. Кушнир // Издательство «Обериг». – 1994. – 207 с.

А. Е. ЛЮЛЬКИН

БГУ (г. Минск, Беларусь)

АСИНХРОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

К настоящему времени разработаны различные методы и алгоритмы логического моделирования дискретных устройств (ДУ), реализованных в виде комбинационных или последовательностных схем из функциональных элементов. Созданы также программные средства для автоматизации логического моделирования. В то же время постоянное совершенствование и расширение элементной базы современных ДУ приводит к тому, что в одном и том же устройстве используются элементы различной функциональной сложности, описываемые различными моделями. Требуется также совершенствовать известные модели элементов с учетом особенностей развития элементной базы. В значительной степени указанную проблему позволяет преодолеть логическое программирование, позволяющее в рамках одного формального языка (исчисление предикатов) описывать различные модели (булевы функции, заданные в виде таблиц истинности, интервальной формы, аналитического представления; конечные автоматы, как абстрактные так и структурные; граф-схемы алгоритмов и др.). Однако в этом случае возникает проблема формального описания исследуемого объекта и решаемой задачи с помощью некоторого множества предикатов. Решению данной проблемы в случае моделирования и тестового диагностирования комбинационных схем, а также моделирования последовательностных схем на основе синхронной и асинхронной моделей посвящены работы [1–3]. В настоящей работе строится предикатное описание ДУ, позволяющее выполнить асинхронное моделирование в предположении единичных задержек функциональных элементов, т. е. на основе простых итераций.

Под конечным предикатом $P(x_1, \dots, x_n)$ будем понимать функцию с областью значений $\{1, 0\}$ (или «истина» и «ложь», соответственно), а области значений аргументов представляют конечные множества X_1, \dots, X_n , где $x_i \in X_i$, $i = \overline{1, n}$.

Пусть переменные x_1, \dots, x_n описывают значения сигналов на входах схемы из функциональных элементов, а переменные y_1, \dots, y_m – значения сигналов во всех остальных узлах схемы (под узлами схемы будем понимать выходы функциональных элементов и связанные с ними эквипотенциальные поверхности). Будем выполнять моделирование в алфавите $V_3 = \{0, 1, x\}$, где x – неизвестное значение сигнала. Использование такого алфавита не умаляет общности дальнейших рассуждений.

Пусть задано начальное состояние входов схемы $X_1 = (x_1^1, \dots, x_n^1)$ и внутренних узлов $Y_1 = (y_1^1, \dots, y_m^1)$. Если это состояние неизвестно, то $x_i^1 = x$, $i = \overline{1, n}$ и $y_j^1 = x$, $j = \overline{1, m}$. Пусть также $X_2 = (x_1^2, \dots, x_n^2)$ – некоторый входной набор. Требуется найти конечное состояние $Y_2 = (y_1^2, \dots, y_m^2)$ всех узлов схемы после применения набора X_2 .

Поставленную задачу можно решить с помощью логического моделирования схемы на заданном входном наборе. Под асинхронным моделированием с единичными задержками элементов понимается следующий процесс вычисления значений сигналов в узлах схемы. Находим значения сигналов $Y_{1,1} = (y_1^{1,1}, \dots, y_m^{1,1})$ во всех узлах схемы путем вычисления значений сигналов на выходах элементов по значениям сигналов на входах, которые определяются векторами X_2 и Y_1 (такой процесс называется итерацией). Далее выполняется сравнение векторов Y_1 и $Y_{1,1}$. Если они совпадают, то процесс заканчивается и $Y_2 = Y_{1,1}$. В противном случае процесс продолжается, но в качестве предыдущего состояния используются векторы X_2 и $Y_{1,1}$ и т. д. Процесс вычислений завершается также и в том случае, если не встретились две соседние итерации, для которых $Y_{1,i} = Y_{1,i+1}$, но достигнуто некоторое заданное число K , определяющее максимальное число итераций. В этом случае в качестве Y_2 берется вектор $Y_{1,K}$.

полученный в результате последней итерации, в котором компоненты, которые не совпадают с соответствующими компонентами в векторе $Y_{1,K-1}$, заменяются на x . Если необходимо выполнить моделирование еще на наборе X_3 , то в качестве начального состояния берутся векторы X_3 и Y_2 , а затем процесс повторяется.

Рассмотрим предикатные описания схем из функциональных элементов, которые могут быть использованы для реализации асинхронного моделирования с единичными задержками элементов. Для описания одной итерации при асинхронном моделировании будем использовать следующий предикат:

$$P_1(x_1, \dots, x_n, y_1^i, \dots, y_m^i, y_1^{i+1}, \dots, y_m^{i+1}) = \begin{cases} 1, & \text{если } y_j^{i+1} = f_j(v_1, \dots, v_{n_j}), \quad j = \overline{1, m}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Здесь y_1^i, \dots, y_m^i – значения сигналов в узлах схемы перед $(i+1)$ -й итерацией; $y_1^{i+1}, \dots, y_m^{i+1}$ – значения сигналов после $(i+1)$ -й итерации; $f_j(v_1, \dots, v_{n_j})$ – функция, реализуемая в j -м узле и представленная через переменные $v_1, \dots, v_{n_j} \in \{x_1, \dots, x_n, y_1^i, \dots, y_m^i\}$, соответствующие входам элемента с выходом y_j .

Легко видеть, что предикат $P_1(\dots)$ может быть представлен через предикаты, описывающие функции, реализуемые функциональными элементами схемы. Если некоторый элемент реализует систему функций

$$\begin{aligned} y_1 &= f_1(x_1, \dots, x_n), \\ y_m &= f_m(x_1, \dots, x_n), \end{aligned}$$

то функционирование данного элемента можно описать предикатом $P(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m)$ следующим образом:

$$\begin{aligned} P(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m) &= 1 \Leftrightarrow y_i = f_i(x_1, \dots, x_n), \quad i = \overline{1, m}; \\ P(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m) &= 0 \Leftrightarrow \exists i \in \{1, \dots, m\}, y_i \neq f_i(x_1, \dots, x_n). \end{aligned}$$

Тогда предикат $P_1(\dots)$ можно представить как логическое произведение предикатов, описывающих функции, реализуемые элементами схемы, и зависящих от переменных, описывающих состояния входов схемы или внутренних узлов, соответствующих входам и выходам элементов.

Для описания всего процесса моделирования на заданном входном воздействии можно использовать предикат

$$P_2(K, x_1, \dots, x_n, y_1^0, \dots, y_m^0, y_1^k, \dots, y_m^k) = \begin{cases} 1, & \text{если существует такое минимальное } k (k \leq K) \text{ и} \\ & \prod_{i=1}^k P_1(x_1, \dots, x_n, y_1^{i-1}, \dots, y_m^{i-1}, y_1^i, \dots, y_m^i) = 1, \quad y_j^k = y_j^{k-1}, \quad j = \overline{1, m}, \\ & \text{или, если такого } k \text{ не существует, то } k = K \text{ и } y_j^k = y_j^K, \\ & \text{если } y_j^k = y_j^{k-1}, \\ & \text{или } y_j^k = x, \text{ если } y_j^k \neq y_j^{k-1}, \quad j = \overline{1, m}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Пусть задана некоторая входная последовательность X_p, X_{p+1}, \dots, X_p и начальное состояние $Y_{i-1} = (y_1^{i-1}, \dots, y_m^{i-1})$ всех узлов схемы перед применением данной последовательности. Требуется найти состояние всех узлов схемы $Y_p = (y_1^p, \dots, y_m^p)$ после подачи заданной последовательности.

Решение данной задачи на основе асинхронного моделирования можно описать в виде следующего предиката

$$P_3(i, p, y_1^{i-1}, \dots, y_m^{i-1}, y_1^p, \dots, y_m^p) = \begin{cases} 1, & \text{если } \prod_{s=i}^p P_2(K, x_1^s, \dots, x_n^s, y_1^{s-1}, \dots, y_m^{s-1}, y_1^s, \dots, y_m^s) = 1, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Представленные в настоящей работе предикатные описания дискретных устройств, реализованных в виде схем из функциональных элементов, позволяют выполнить их асинхронное моделирование в предположении единичных задержек элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люлькин, А. Е. Моделирование и построение тестов дискретных устройств на основе методов искусственного интеллекта / А. Е. Люлькин // Автоматика и вычислительная техника. – 1995. – № 6. – С. 36–44.
2. Люлькин, А. Е. Анализ и диагностика логических схем с использованием языка ПРОЛОГ / А. Е. Люлькин // Автоматика и вычислительная техника. – 1997. – № 4. – С. 42–51.
3. Люлькин, А. Е. Моделирование последовательностных схем с использованием логического программирования / А. Е. Люлькин // Автоматика и вычислительная техника. – 1999. – № 2. – С. 51–59.

Е. И. МИРСКАЯ

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВЫХ ДВУХ МОМЕНТОВ ОДНОЙ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ

Одной из задач спектрального анализа временных рядов является построение состоятельных в среднеквадратическом смысле оценок спектральной плотности и исследование их статистических свойств.

В данной работе в качестве оценки неизвестной взаимной спектральной плотности стационарного случайного процесса исследована оценка, построенная по методу Уэлча [1], путем осреднения модифицированных периодограмм по непересекающимся интервалам наблюдений.

Рассмотрим $X^r(t)$, $t \in Z$, r -мерный стационарный в широком смысле случайный процесс с $MX^r(t) = 0$, $t \in Z$, и неизвестной взаимной спектральной плотностью $f_{ab}(\lambda)$, $\lambda \in \Pi$, $a, b = \overline{1, r}$.

Пусть $X_a(0), X_a(1), \dots, X_a(T-1)$ - T последовательных, полученных через равные промежутки времени наблюдений за составляющей $X_a(t)$ процесса $X^r(t)$, $t \in Z$. Предположим, что число наблюдений T представимо в виде $T = LN$, где L - число непересекающихся интервалов, содержащих по N наблюдений.

На l -м интервале, $l = \overline{0, L-1}$, состоящем из наблюдений $X_a(lN), X_a(lN+1), \dots, X_a((l+1)N-1)$ построим модифицированное конечное преобразование Фурье этих наблюдений

$$d_a^N(\lambda, l) = [2\pi N]^{-\frac{1}{2}} \sum_{t=lN}^{(l+1)N-1} h_r(t-lN) X_a(t) e^{-it\lambda}, \quad (1)$$

а также расширенную периодограмму вида

$$I_{ab}^N(\lambda, l) = d_a^N(\lambda, l) \overline{d_b^N(\lambda, l)}, \quad (2)$$

$l = \overline{0, L-1}$, $\lambda \in \Pi$, где $h_r(t)$ - окна просмотра данных.

Статистика, заданная соотношением (2), исследована в работе [2].

В качестве оценки неизвестной взаимной спектральной плотности процесса $f_{ab}(\lambda)$, $\lambda \in \Pi$, $a, b = \overline{1, r}$, в работе исследована статистика вида

$$\bar{f}_{ab}^{(T)}(\lambda) = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} I_{ab}^N(\lambda, l), \quad (3)$$

Теорема. Математическое ожидание оценки взаимной спектральной плотности $\bar{f}_{ab}^{(T)}(\lambda)$, заданной соотношением (3), имеет вид

$$M \bar{f}_{ab}^{(T)}(\lambda) = \int_{\Pi} f_{ab}(x) \Phi_N(x - \lambda) dx, \quad (4)$$

$\lambda \in \Pi$, $a, b = \overline{1, r}$, где функция $\Phi_N(x)$, $x \in \Pi$, задается равенством

$$\Phi_N(x) = [2\pi N]^{-1} |\varphi_N(x)|^2, \quad (5)$$

а $\varphi_N(x)$, $x \in \Pi$, задается выражением

$$\varphi_N(x) = \sum_{t=0}^{N-1} h_r(t) e^{ixt}. \quad (6)$$

Доказательство. Используя свойства математического ожидания, имеем

$$M \bar{f}_{ab}^{(T)}(\lambda) = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} M I_{ab}^N(\lambda, l) = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} M d_a^N(\lambda, l) \overline{d_b^N(\lambda, l)}.$$

Подставляя вместо $d_a^N(\lambda, l)$ его выражение в явном виде, заданное соотношением (1), получим

$$M\bar{f}_{ab}^{(T)}(\lambda) = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} [2\pi N]^{-1} \sum_{t_1, t_2=lN}^{(l+1)N-1} h_T(t_1 - lN) h_T(t_2 - lN) e^{-it_1\lambda + it_2\lambda} M X_a(t_1) M X_b(t_2).$$

Учитывая связь взаимной ковариационной функции и взаимной спектральной плотности, запишем

$$M\bar{f}_{ab}^{(T)}(\lambda) = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} [2\pi N]^{-1} \sum_{t_1, t_2=lN}^{(l+1)N-1} h_T(t_1 - lN) h_T(t_2 - lN) e^{-i(t_1-t_2)\lambda} \int_{\Pi} f_{ab}(x) e^{-i(t_1-t_2)x} dx.$$

Учитывая соотношения (5), (6), получим требуемый результат. Теорема доказана.

В работе также доказано, что при некоторых ограничениях на взаимную спектральную плотность процесса $X^r(t)$, $t \in Z$, оценка взаимной спектральной плотности, заданная соотношением (3), является асимптотической несмещенной оценкой взаимной спектральной плотности.

Вычислены дисперсия и ковариация построенной оценки и исследовано их асимптотическое поведение.

Также с помощью пакета MatLab для конкретного временного ряда проведен сравнительный анализ дисперсии построенной оценки взаимной спектральной плотности для окон просмотра данных Рисса, Парзена, Дирихле, Ханна, треугольного окна.

Показано, что за счет выбора функции окна просмотра данных достигается уменьшение дисперсии оценок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Welch, P. D. The use of FFT for the estimation of power spectra / P. D. Welch // IEEE Trans. Electroacoust. – 1967. – Vol. 15. – P. 70–73.
2. Труш, Н. Н. Асимптотические методы статистического анализа временных рядов / Н. Н. Труш. – Минск : БГУ, 1999. – 218 с.

Н. П. МОЖЕЙ

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

АЛГЕБРЫ ГОЛОНОМИИ АФФИННЫХ СВЯЗНОСТЕЙ НА РЕДУКТИВНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Инвариантные связности на редуктивных однородных пространствах изучались П. К. Рашевским, М. Куритой, Э. Б. Винбергом, Ш. Кобаяси, К. Номидзу [1] и др. Цель работы – описать алгебры голономии инвариантных аффинных связностей на трехмерных редуктивных однородных пространствах.

Пусть M – дифференцируемое многообразие, на котором транзитивно действует группа \bar{G} , $G = \bar{G}_x$ – стабилизатор произвольной точки $x \in M$. Необходимое условие существования аффинной связности – представление изотропии для G должно быть точным, если \bar{G} эффективна на \bar{G}/G . Пусть $\bar{\mathfrak{g}}$ – алгебра Ли группы Ли \bar{G} , а \mathfrak{g} – подалгебра, соответствующая подгруппе G . Пара $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ называется изотропно-точной, если точно изотропное представление подалгебры \mathfrak{g} . Однородное пространство \bar{G}/G редуктивно, если алгебра Ли $\bar{\mathfrak{g}}$ может быть разложена в прямую сумму векторных пространств – алгебры Ли \mathfrak{g} и $\text{ad}(G)$ -инвариантного подпространства. Пара $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ называется *изотропно-точной*, если точно изотропное представление подалгебры \mathfrak{g} (если \bar{G}/G редуктивно, то линейное представление изотропии для G всегда точное). Там, где это не будет вызывать разночтения, будем отождествлять подпространство, дополнительное к \mathfrak{g} в $\bar{\mathfrak{g}}$, и факторпространство $\mathfrak{m} = \bar{\mathfrak{g}}/\mathfrak{g}$.

Будем определять пару $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ таблицей умножения алгебры Ли $\bar{\mathfrak{g}}$. Через $\{e_1, \dots, e_n\}$ будем обозначать базис $\bar{\mathfrak{g}}$ ($n = \dim \bar{\mathfrak{g}}$). Полагаем, что алгебра Ли \mathfrak{g} порождается e_1, \dots, e_{n-3} . Пусть $\{u_1 = e_{n-2}, u_2 = e_{n-1}, u_3 = e_n\}$ – базис \mathfrak{m} . Для ссылки на пару будем использовать обозначение $d.n.m$, где d – размерность подалгебры, n – номер подалгебры в $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$, а m – номер пары $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$, соответствующие приведенным, например, в [2].

Рассмотрим, например, трехмерные редуцированные однородные пространства, локально имеющие следующий вид:

3.19.14.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3		3.21.6.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3	
e_1	0	$-e_2$	e_3	0	u_2	$-u_3$		e_1	0	$-e_3$	e_2	0	$-u_3$	u_2	
e_2	e_2	0	0	0	u_1	0		e_2	e_3	0	0	0	u_1	0	
e_3	$-e_3$	0	0	0	0	u_1	,	e_3	$-e_2$	0	0	0	0	u_1	,
u_1	0	0	0	0	e_3	e_2		u_1	0	0	0	0	e_2	e_3	
u_2	$-u_2$	$-u_1$	0	$-e_3$	0	e_1		u_2	u_3	$-u_1$	0	$-e_2$	0	e_1	
u_3	u_3	0	$-u_1$	$-e_2$	$-e_1$	0		u_3	$-u_2$	0	$-u_1$	$-e_3$	$-e_1$	0	
3.21.7.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3									
e_1	0	$-e_3$	e_2	0	$-u_3$	u_2									
e_2	e_3	0	0	0	u_1	0									
e_3	$-e_2$	0	0	0	0	u_1	,								
u_1	0	0	0	0	$-e_2$	$-e_3$									
u_2	u_3	$-u_1$	0	e_2	0	$-e_1$									
u_3	$-u_2$	0	$-u_1$	e_3	e_1	0									
2.9.12.	e_1	e_2	u_1	u_2	u_3			2.21.4.	e_1	e_2	u_1	u_2	u_3		
e_1	0	$-e_2$	u_1	$-2u_2$	$2u_3$			e_1	0	e_2	u_1	0	$-u_3$		
e_2	e_2	0	0	0	u_1			e_2	$-e_2$	0	0	u_1	u_2		
u_1	$-u_1$	0	0	e_2	0	,		u_1	$-u_1$	0	0	u_1	u_2		
u_2	$2u_2$	0	$-e_2$	0	$-e_1$			u_2	0	$-u_1$	$-u_1$	0	u_3		
u_3	$-2u_3$	$-u_1$	0	e_1	0			u_3	u_3	$-u_2$	$-u_2$	$-u_3$	0		

Аффинной связностью на паре $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ называется такое отображение $\Lambda: \bar{\mathfrak{g}} \rightarrow \mathfrak{gl}(m)$, что его ограничение на \mathfrak{g} есть изотропное представление подалгебры, а все отображение является \mathfrak{g} -инвариантным. Инвариантные аффинные связности на однородном пространстве (M, \bar{G}) находятся во взаимно однозначном соответствии со связностями на паре $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ (см., например, [3]). Если \bar{G}/G редуцировано, то оно всегда допускает инвариантную аффинную связность, будем описывать ее через образы базисных векторов $\Lambda(u_1), \Lambda(u_2), \Lambda(u_3)$. Пусть $p_{i,j}, q_{i,j}, r_{i,j} \in \mathbb{R}$ при $i, j = 1, 2, 3$. Прямыми вычислениями получаем, что аффинные связности на указанных парах имеют вид:

Пара	Связность
3.19.14	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & q_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & r_{1,2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
3.21.6 3.21.7	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & q_{1,2} & q_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -q_{1,3} & q_{1,2} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
2.9.12	нулевая
2.21.4	$\begin{pmatrix} 0 & p_{1,2} & 0 \\ 0 & 0 & p_{1,2} \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -p_{1,2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{1,2} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -p_{1,2} & 0 & 0 \\ 0 & -p_{1,2} & 0 \end{pmatrix}$

Алгебра Ли группы голономии инвариантной связности $\Lambda: \bar{\mathfrak{g}} \rightarrow \mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ на паре $(\bar{\mathfrak{g}}, \mathfrak{g})$ – это подалгебра алгебры Ли $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ вида $V + [\Lambda(\bar{\mathfrak{g}}), V] + [\Lambda(\bar{\mathfrak{g}}), [\Lambda(\bar{\mathfrak{g}}), V]] + \dots$, где V – подпространство, порожденное множеством $\{[\Lambda(x), \Lambda(y)] - \Lambda([x, y]) \mid x, y \in \bar{\mathfrak{g}}\}$. Положим $\mathfrak{a}_{\bar{\mathfrak{g}}}$ равной подалгебре $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$, порожденной $\{\Lambda(x); x \in \bar{\mathfrak{g}}\}$. Основное свойство $\mathfrak{a}_{\bar{\mathfrak{g}}}$ таково: пусть \mathfrak{h}^* – алгебра Ли группы голономии, тогда $\mathfrak{h}^* \subset \mathfrak{a}_{\bar{\mathfrak{g}}} \subset N(\mathfrak{h}^*)$, где $N(\mathfrak{h}^*)$ – нормализатор \mathfrak{h}^* в $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$. Соответственно, получаем:

Пара	Алгебра голономии	Пара	Алгебра голономии
3.19.14	$\begin{pmatrix} 0 & p_2 & p_1 \\ 0 & p_3 & 0 \\ 0 & 0 & -p_3 \end{pmatrix}$	2.9.12	$\begin{pmatrix} p_2 & 0 & p_1 \\ 0 & -2p_2 & 0 \\ 0 & 0 & 2p_2 \end{pmatrix}$
3.21.6 3.21.7	$\begin{pmatrix} 0 & p_1 & p_2 \\ 0 & 0 & -p_3 \\ 0 & p_3 & 0 \end{pmatrix}$	2.21.4	$p_{1,2} \neq 0, 1 \begin{pmatrix} p_3 & p_1 & 0 \\ p_2 & 0 & p_1 \\ 0 & p_2 & -p_3 \end{pmatrix}$ $p_{1,2} = 0, 1$ нулевая

Таким образом, найдены и описаны в явном виде алгебры голономии аффинных связностей на трехмерных редутивных однородных пространствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобаяси, Ш. Основы дифференциальной геометрии: в 2 т. / Ш. Кобаяси, К. Номидзу. – М. : Наука, 1981. – 2 т.
2. Можей, Н. П. Трехмерные изотропно-точные однородные пространства и связности на них / Н. П. Можей. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2015 г. – 394 с.
3. Nomizu, K. Invariant affine connections on homogeneous spaces / K. Nomizu // Amer. Journ. Math. – 1954. – Vol. 76, № 1. – P. 33–65.

С. С. НОВАК, А. А. ГОЛУБ

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

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «НОВОСТИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА REACT NATIVE

В век информационных технологий наибольшую роль в жизни людей играют средства массовой информации. Поскольку время не стоит на месте, а возможности сети Интернет развиваются все дальше, в настоящее время появилась и совершенствуется интернет-журналистика как новая разновидность СМИ.

Для удобства доступа к информации создаются и совершенствуются мобильные новостные приложения. Мобильное приложение, при сравнении с классическими вариантами новостных источников, имеет преимущества:

- 1) Подбор новостей по жанру – каждый пользователь может сформировать для себя конкретный список тем, новости по которым ему интересны.
- 2) Достоверность информации – в отличие от бумажных или других источников новостей, в интернет СМИ чаще указывается ссылка на какие-либо другие документы или первоисточники информации.
- 3) Повторное использование информации – в мобильном новостном приложении всегда можно найти и прочитать более ранние публикации.
- 4) Размер и стиль статьи – для упрощения восприятия мобильные приложения чаще всего содержат короткие статьи с максимально насыщенным содержанием, при этом в заголовке выражается главная суть новости.

Для удобства доступа к новостям было решено разработать приложение с собственным функционалом: новостная лента с поиском по категориям (здоровье, наука, спорт и т. д.), возможность фильтровки новостных статей по странам и по источникам информации, поиск новостей по ключевым словам-тегам.

Разрабатываемое мобильное приложение требует подключения к сети Интернет, так как осуществляет сетевые запросы к новостному сервису. То есть ряд международных сетевых ресурсов (источников новостей) предоставляют специальный набор команд-запросов, в ответ на которые сервер формирует ответ с новостями.

В большинстве случаев обращение к серверу осуществляется по технологии ajax-запросов, а ответ представляет собой набор данных в виде json-структуры, которые приложение-получатель обрабатывает и выводит на экран.

Работа над приложением осуществляется в среде разработки Visual Studio Code на языке программирования JavaScript с использованием фреймворка React Native [1].

Выбранная среда разработки Visual Studio Code является бесплатной и популярной, обладает гибкими настройками, множеством плагинов, которые помогают в написании программного кода.

Язык программирования JavaScript предназначен в основном для разработки web-приложений, которые работают в браузерах, например, Chrome или Yandex-браузер, однако фреймворк React Native позволяет создавать приложения, использующие встроенные api-функции операционных систем iOS и Android [2-3]. Таким образом, разрабатываемое приложение для своей работы не требует использования браузера, может распространяться через магазин приложений (PlayMarket) и устанавливаться аналогично другим приложениям, написанным на иных языках программирования.

Фреймворк React Native предоставляет возможности тестирования приложения в процессе разработки в браузере персонального компьютера либо на реальном мобильном устройстве под управлением операционных систем iOS и Android.

ЛИТЕРАТУРА

1. Documentation for app developers [Electronic resource] // React developers. – Mode of access: <https://reactnative.dev/>. – Date of access: 07.02.2020.

2. Documentation for app developers [Electronic resource] // React developers. – Mode of access: <https://betterprogramming.pub/managing-api-requests-http-https-in-react-native-using-axios-9ebf75cbca9b>. – Date of access: 07.02.2020.

3. React Native Debugger [Electronic resource] // Debug. – Mode of access: <https://aboutreact.com/react-native-debugger/>. – Date of access: 07.02.2020.

В. Р. ПЛОХОДЬКО, А. В. МЕДВЕДСКИЙ, А. А. ЩЕРБОВИЧ
УО МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ОКСИДА ЦИНКА

В данной работе выполнен обзор литературы по эффективности модификаций оксида цинка.

Оксид цинка (ZnO) с его уникальными физическими и химическими свойствами, такими как высокая химическая стабильность, высокий коэффициент электрохимической связи и фототируемость, широкий диапазон поглощения излучения, является многофункциональным материалом и используется как эффективный катализатор деградации органических поллютантов под действием электромагнитного излучения [1].

Допирование ZnO частицами алюминия (Al) описывается в работе [2], где методом совместного осаждения с последующей термической обработкой были получены легированные Al наночастицы ZnO с различным содержанием алюминия. Константы скорости первого порядка (k) составляют 0,001 мин⁻¹ и 0,002 мин⁻¹ для пленок ZnO и AZO соответственно, что свидетельствует о значительном повышении фотокаталитической активности тонких пленок ZnO при допировании Al.

В работе [3] были синтезированы тонкие пленки ZnO, легированные Co и Cu. Синтез катализаторов проводился золь-гель методом, а для нанесения тонких пленок использовался ракельный нож. Физико-химические характеристики катализаторов исследовали с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния, сканирующей электронной микроскопии (SEM), рентгеновской дифракции и измерения коэффициента диффузного отражения. Фотокаталитическая активность изучалась при видимом облучении

в водном растворе, а кинетические параметры определялись с помощью аппроксимации псевдопервого порядка. Анализ показал, что оптическая запрещенная зона ZnO (3,22 эВ) уменьшилась после процесса легирования для ZnO: Co (2,39 эВ) и ZnO: Cu (3,01 эВ). Наконец, кинетические результаты фотодегradации метиленового синего достигли 62,6 % для тонких пленок ZnO: Co и 42,5 % для тонких пленок ZnO: Cu. Эти результаты можно объяснить более низким значением запрещенной зоны катализатора ZnO:Co 5 % по сравнению с другими катализаторами. Катализатор ZnO:Co 5 % показал самую высокую фотокаталитическую активность.

В работе [4] были синтезированы фотокаталитические наноструктуры Ag и Ni/ZnO методом золь-геля. Методом рентгеновской дифракции было показано, что наноматериалы Ag/ZnO пережили несколько фаз, в то время как для Ni/ZnO фаза наноматериалов была чистой. Также Ag/ZnO показал высокую фотокаталитическую активность. Включение Ag в решетку ZnO повысило количество активных участков на поверхности наночастиц. В то время как включение Ni в ZnO привело к снижению количества активных участков. Измерение активных участков является эффективным и значительным.

Для получения легированных La наночастиц ZnO был использован метод сжигания геля [5]. Сравнение фотокаталитической эффективности метилового оранжевого (МО) между чистыми наночастицами ZnO и La было проведено при наличии видимого света с различными облучающими интервалами. Основным недостатком ZnO при использовании в качестве фотокатализатора является длина волны поглощения материала, которая ограничена в ультрафиолетовой области. Это вызывает чрезмерную электронно-дырочную рекомбинацию. Кроме того, ZnO может также способствовать фотохимической коррозии.

Результаты свидетельствуют об улучшении фотокаталитической эффективности МО в ответ на увеличение времени облучения и концентрации La. Были отмечены более высокие фотокаталитические действия наночастиц La, по сравнению с чистыми наночастицами ZnO, подтверждающие усиливающее влияние допинга La на фотокаталитическую активность фотокатализатора. При облучении видимым светом с помощью $La_{0,1}Zn_{0,9}O$ была достигнута фотокаталитическая эффективность МО равная 85,86 % (после 150 мин облучения) [5].

Наибольшей эффективностью в реакциях с метиленовым синим обладают допированный Co оксид цинка, константа реакции составила $k = 0,072 \text{ мин}^{-1}$. В реакции с метиловым оранжевым наибольшую эффективность показал ZnO допированный La, в этом случае значение константы реакции составило $k = 0,0130 \text{ мин}^{-1}$.

Работа выполнена в рамках Министерства образования РБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Conan Photodegradation of sulcotrione in various aquatic environments and of its products for some marine micro-organisms / H. Chaabane [и др]. – Water Research, 2007. pp. – S. 40c.
2. Structural, optical and photocatalysis properties of sol-gel deposited Al-doped ZnO thin films. Islam / M. R. Rahman [и др]. – Surfaces and Interfaces, 2009. – S. 120–126.
3. Comparative study of ZnO thin films doped with transition metals (Cu and Co) for methylene blue photodegradation under visible irradiation / W. Vallejo [и др]. – Catalysts, 2020. – S. 4.
4. Comparative study on photocatalytic activity of transition metals (Ag and Ni)-doped ZnO nanomaterials synthesized via sol-gel method / A. K. Azfar [и др]. – Royal Society Open Science, 2020. – S. 1–19.
5. Preparation, characterization and photocatalytic activity of La-doped zinc oxide nanoparticles / L. T. Nguyen [и др]. – Materials, 2019. – S. 1–11.

Н. А. САВАСТЕНКО, А. В. МЕДВЕДСКИЙ, В. Р. ПЛОХОДЬКО

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

АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ ФОТОДЕГРАДАЦИИ МЕТИЛОВОГО ОРАНЖЕВОГО И КОФЕИНА БЕНЗОАТА НАТРИЯ

Уменьшение загрязнений окружающей среды является важной экологической задачей. Сточные воды предприятий текстильной, кожевенной, пищевой и фармакологической промышленности содержат различные органические примеси, большинство из которых устойчиво к биодегradации. Использование фотокатализаторов позволяет разложить органические примеси на простые нетоксичные соединения [1]. Наиболее известными и широко распространенными фотокатализаторами в настоящее время являются диоксид титана (TiO_2) и оксид цинка (ZnO) [1].

В предыдущих работах была исследована фотокаталитическая активность плазмоактивированных фотокатализаторов на основе TiO_2 и ZnO в реакциях фотодеградации водного раствора кофеина бензоат натрия (кофеина) и метилового оранжевого (МО) под действием ультрафиолетового излучения [2–5; 7].

В настоящей работе исследована сорбционная емкость плазмоактивированных фотокатализаторов на основе TiO_2 по отношению к МО и кофеину. Исследование адсорбционной активности катализаторов важно, поскольку часто каталитические свойства материалов зависят от их способности хемосорбировать те или иные компоненты окружающей среды [6]. Условия синтеза и обработки катализаторов в высокочастотной плазме (300 Вт, 15 мин.) приведены в таблице и подробно описаны в работах [2–7].

Таблица 1. – Условия синтеза катализаторов

Образец	Плазменная обработка / нанесение красителя N3	Покрытие полиаллиловой пленкой в плазме / толщина, нм
TiO_2	- / -	-
TiO_2 -pp1	- / -	+ / 100
TiO_2 -pp2	- / -	+ / 200
TiO_2 -N3	- / +	-
TiO_2 -N3-pp1	- / +	+ / 100
TiO_2 -N3-pp2	- / +	+ / 200
TiO_2 -RF	+ / -	-

На рисунке 1 представлены некоторые данные по адсорбционной активности катализаторов по отношению к метилому оранжевому и кофеину бензоата натрия. TiO_2 -RF (рис. 1, а), TiO_2 , TiO_2 -N3-pp2, TiO_2 -pp2 (не показано) не приводят к существенному изменению концентрации МО. Наблюдается некоторая адсорбция МО на поверхности катализаторов TiO_2 -pp1 и TiO_2 -N3-pp1 (рис. 1, б и в). Спектр образца TiO_2 -N3 имеет характерную форму спектра поглощения красителя N3 (рис. 1, г), что указывает на слабую адгезию нанесенного на поверхность TiO_2 красителя N3 и невозможность использования TiO_2 -N3 в качестве катализатора. Ни один из катализаторов не обладает видимой сорбционной емкостью по отношению к кофеину (типичный спектр на рисунок 1, д.) Более того, спектры всех образцов, импрегнированных N3, имеют форму, близкую к спектру поглощения N3 (типичный спектр на рис. 1, е).

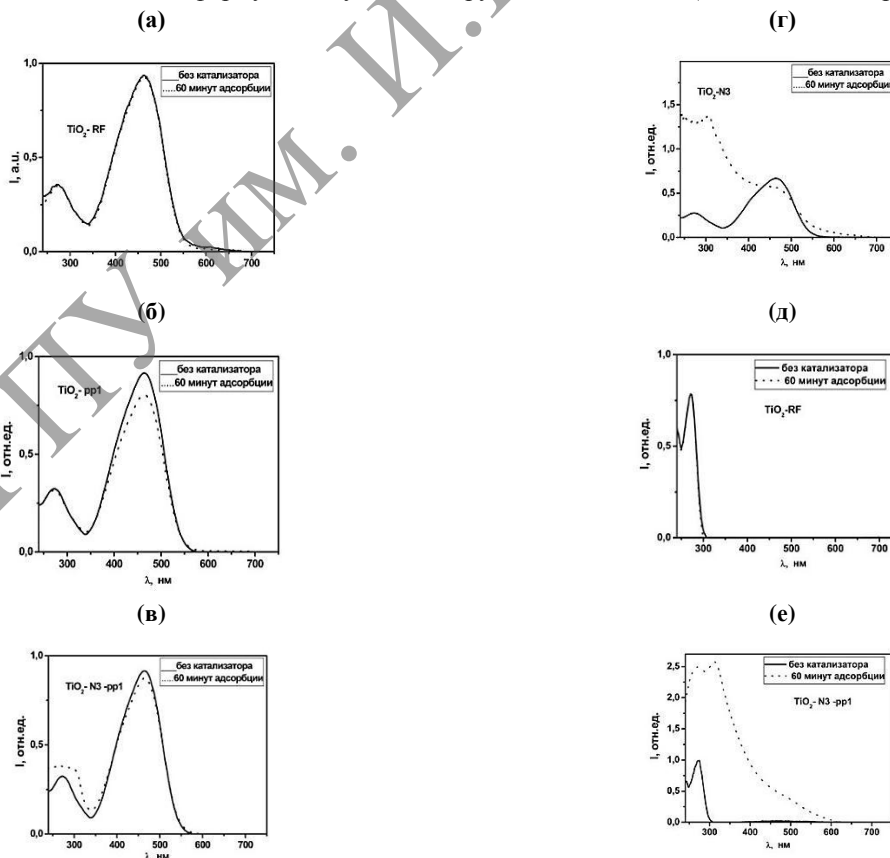


Рисунок 1. – Спектры поглощения водных растворов МО и кофеина в присутствии катализаторов

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что установленное в предыдущих работах [2–5; 7] различие в каталитической активности в реакциях фотодеградациии МО и кофеина может быть частично обусловлено различной сорбционной емкостью катализаторов по отношению к разлагаемым веществам. Работа выполнена в рамках проекта 2.2.02 ГПНИ «Конвергенция-2025». Авторы благодарят д-ра Ф. Брюзера (Лейбниц-Институт физики и технологии плазмы г. Грайфсвальда, Германия) за синтез каталитически активных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kansal, S. K. Studies on photodegradation of two commercial dyes in aqueous phase using different photocatalysts / S. K. Kansal, M. Singh, D. Sud // *Journal of Hazardous Materials*. – 2007. – Vol. 141, № 3. – P. 581–590.
2. Savastenko, N. A Plasma-Assisted Synthesis of Polymer-Capped Dye-Sensitised TiO₂-Based Photocatalysts for Methyl Orange Photodecomposition / N. A. Savastenko, V. Brüser, S. A. Maskevich // *Proceedings of the IX Intern. Confer. Plasma Physics and Plasma Technology (PPPT-9), Minsk, Belarus, Sept. 17–11, 2018* / Eds.: N. V. Tarasenko, A. A. Nevar and N. N. Tarasenko. – Minsk : Kovceg, 2018. P. 433–436.
3. Фотокатализаторы на основе наночастиц диоксида титана (TiO₂) для утилизации фармакологических отходов методом фотодеградациии / Савастенко [и др.] // *Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века : материалы XX междунар. науч. конф., 21–22 мая 2020 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – Ч. 2. – С.409–412.*
4. Effect of impregnation by silver nanoparticles on the efficiency of plasma-treated ZnO-based catalysts / N. A. Savastenko [et al.] // *High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes*. – 2020. – V. 24, № 1. – P. 21–45.
5. A comparative study on photocatalytic activity of ZnO-based photocatalysts treated by dielectric barrier discharge plasma / N. A. Savastenko [et al.] // *High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes*. – 2020. – V. 24, № 4. – P. 275–291.
6. Efficient adsorption and photocatalytic degradation of Congo red onto hydrothermally synthesized NiS nanoparticles catalysts / H. Guo [et al.] // *J. Nanopart. Res.* – 2013. – V. 15. – P. 1475–1–12.
7. Медведский, А. В. Разложение фармакологических отходов под действием ультрафиолетового света в присутствии наноразмерных фотокатализаторов на основе оксида титана / А. В. Медведский, В. Р. Плохотько, Н. А. Савастенко // *Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 5–6 марта 2020 г. : в 2 ч. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Ч. 1. – С. 168–170.*

Н. А. САВАСТЕНКО, А. А. ЩЕРБОВИЧ

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМО-АКТИВИРОВАННЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ TiO₂: I. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПОГЛОЩЕНИЯ

В последнее время все более актуальным является создание и разработка ресурсосберегающих технологий. Применительно к процессам фотокаталитической очистки водных и воздушных сред это означает создание высокоэффективных фотокатализаторов. Большинство материалов, используемых в качестве фотокатализаторов, – это полупроводники. Наиболее часто используется диоксид титана (TiO₂) благодаря его достаточно высокой фотокаталитической активности в реакциях фотодеградациии органических примесей, высокой химической стабильности, относительно низкой себестоимости и низкой токсичности [1; 2]. Тем не менее, диоксид титана недостаточно эффективен для того, чтобы ввести его в промышленное применение. Перспективным направлением повышения фотокаталитической активности диоксида титана является его химическая модификация путем введения различных допирующих примесей, а также изменение физико-химических свойств его поверхности путем плазменной обработки [3–5].

В предыдущих работах была исследована фотокаталитическая активность плазмоактивированных фотокатализаторов на основе [6–8]. В ряде работ показано [9; 10], что фотокаталитическая активность полупроводниковых фотокатализаторов связана с наличием на их поверхности определенных функциональных групп.

В настоящей работе наличие адсорбированных функциональных групп на поверхности модифицированных фотокатализаторов исследовано методом инфракрасной (ИК) спектроскопии поглощения. ИК-спектры поглощения образцов были исследованы на FTIR-спектрометре Nicolet iS 10 (Thermo Fisher Scientific, USA). Условия синтеза и обработки катализаторов в высокочастотной плазме (300 Вт, 15 мин.) приведены в таблице и подробно описаны в работах [6–8].

Таблица 1. – Условия синтеза катализаторов

Образец	Плазменная обработка / нанесение красителя N3	Покрытие полиалилловой пленкой в плазме / толщина, нм
TiO ₂	- / -	-
TiO ₂ -pp1	- / -	+ / 100
TiO ₂ -pp2	- / -	+ / 200
TiO ₂ -N3	- / +	-
TiO ₂ -N3-pp1	- / +	+ / 100
TiO ₂ -N3-pp2	- / +	+ / 200
TiO ₂ -RF	+ / -	-

На рисунке представлены ИК-спектры фотокатализаторов. Как видно из рисунка, химическая модификация фотокатализаторов (образцы TiO₂-pp1, TiO₂-pp2, TiO₂-N3-pp1, TiO₂-N3-pp2) приводит к увеличению пиков вблизи 1544 см⁻¹, 1472 см⁻¹ и 1435 см⁻¹ в ИК-спектрах поглощения. Слабое поглощение вблизи 1544 см⁻¹ и 1472 см⁻¹ наблюдается также для необработанного катализатора TiO₂. Для TiO₂, обработанного в Ar-плазме (TiO₂-RF), и для TiO₂, импрегнированного красителем N3 (TiO₂-N3), пиков в этом диапазоне не наблюдается. Новые полосы поглощения наблюдаются в ИК-спектрах в области 2289 см⁻¹ для катализаторов, импрегнированных красителем N3, как до, так и после покрытия

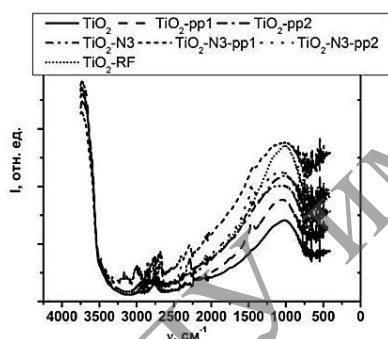


Рисунок 1. – ИК-спектры фотокатализаторов на основе TiO₂

полиалилловыми нанопленками различной толщины (образцы TiO₂-N3, TiO₂-N3-pp1, TiO₂-N3-pp2). Характерная широкая полоса вблизи 2400 см⁻¹ появляется для всех образцов, содержащих N3 (образцы TiO₂-N3, TiO₂-N3-pp1, TiO₂-N3-pp2). Множественные полосы поглощения, связанные с модификацией катализаторов красителем N3, появляются в области 3289-2614 см⁻¹ (образцы TiO₂-N3, TiO₂-N3-pp1, TiO₂-N3-pp2). Обработка фотокатализаторов на основе диоксида титана в аргоновой плазме не приводит к появлению новых интенсивных полос поглощения, хотя интенсивность некоторых полос увеличивается (TiO₂-RF).

Работа выполнена в рамках проекта «Создание научных основ плазмоактивированного взаимодействия наночастиц с поверхностью функциональных материалов с целью разработки новых методов направленного синтеза и модификации наноструктурированных каталитических материалов» ГПНИ «Конвергенция-2025», подпрограмма «Микромир, плазма и Вселенная» (шифр 2.2.02). Авторы благодарят д-ра Ф.Брюзера (Лейбниц-Институт физики и технологии плазмы г. Грайфсвальда, Германия) за синтез каталитически активных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kansal, S. K. Studies on photodegradation of two commercial dyes in aqueous phase using different photocatalysts / S. K. Kansal, M. Singh, D. Sud // Journal of Hazardous Materials. – 2007. – Vol. 141, № 3. – P. 581–590.
2. Radwan, E. K Impact of support characteristics and preparation method on photocatalytic activity of TiO₂/ZSM-5/silica gel composite photocatalyst / E. K. Radwan, C. H. Langford, G. Achari // Royal Society Open Science. – 2018. – Vol. 5. – P. 180918-1–180918-9.

3. Plasma application for more environmentally friendly catalyst preparation / C.-J. Liu [et al.] // Pure Appl. Chem. – 2006. – Vol. 78, № 6. – P. 1227–1238.
4. Vinu, R. Photocatalytic activity of Ag-substituted and impregnated nano-TiO₂ / R. Vinu, G. Vadras, // Appl. Cat. A. – 2009. – Vol. 366. – P. 130–140.
5. Mengjie, W. Application of and research on TiO₂ photocatalysis technology / W. Mengjie, L. Kum, // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 165. – P. 202016505001-1–202016505001-4.
6. Savastenko, N. A Plasma-Assisted Synthesis of Polymer-Capped Dye-Sensitised TiO₂-Based Photocatalysts for Methyl Orange Photodecomposition / N. A. Savastenko, V. Brüser, S. A. Maskevich // Proceedings of the IX Intern. Confer. Plasma Physics and Plasma Technology (PPPT-9), Minsk, Belarus, Sept. 17–11, 2018. / – Eds.: N. V. Tarasenko, A. A. Nevar and N. N. Tarasenska. – Minsk : Kovceg, 2018. – P. 433–436.
7. Фотокатализаторы на основе наночастиц диоксида титана (TiO₂) для утилизации фармакологических отходов методом фотодеградации / Савастенко [и др.] // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века : материалы XX междунар. науч. конф., 21–22 мая 2020 г., г. Минск, Респ. Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – Ч. 2 – С. 409–412.
8. Медведский, А. В. Разложение фармакологических отходов под действием ультрафиолетового света в присутствии наноразмерных фотокатализаторов на основе оксида титана / А. В. Медведский, В. Р. Плохотько, Н. А. Савастенко // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 5–6 марта 2020 г. : в 2 ч. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Ч. 1. – С. 168–170.
9. Effect of impregnation by silver nanoparticles on the efficiency of plasma-treated ZnO-based catalysts / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2020. – V. 24, № 1. – P. 21–45.
10. A comparative study on photocatalytic activity of ZnO-based photocatalysts treated by dielectric barrier discharge plasma / N. A. Savastenko [et al.] // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2020. – V. 24, № 4. – P. 275–291.

Н. А. САВАСТЕНКО, А. А. ЩЕРБОВИЧ

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМО-АКТИВИРОВАННЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ TiO₂: II. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ КИНЕТИЧЕСКОЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Фотокатализаторы на основе TiO₂ рассматриваются в настоящее время как наиболее перспективные для очистки водных сред от органических примесей [1], так как диоксида титана не токсичен, механически и химически стабилен. Тем не менее, активность диоксида титана не достаточна для его широкого применения в промышленных масштабах. Для повышения фотокаталитической активности TiO₂ допируют различными химическими элементами, в том числе в виде наночастиц, изменяют морфологию материала, получая нанопленки или наночастицы TiO₂, активируют материал в плазме и т. д. [2, 3].

Механизм фотокаталитического разложения (фотодеградации) органических примесей на полупроводниковых катализаторах основан на генерации фотоиндуцированной пары электрон-дырка при поглощении света полупроводниковым материалом [4]. Фотоиндуцированные электрон и дырка участвуют в ряде реакций, приводящих в конечном итоге к окислению молекул разлагаемого вещества. Таким образом, для усиления активности катализаторов в реакциях фотодеградации необходимо увеличить время рекомбинации фотоиндуцированной пары электрон-дырка.

В настоящей работе изменения рекомбинационных процессов в катализаторах, индуцированные химической, плазменной и плазмо-химической обработкой TiO₂, исследованы методом кинетической флуоресцентной спектроскопии. Каталитическая активность образцов в реакциях фотодеградации исследована в предыдущих работах [5–7].

Условия синтеза и обработки катализаторов в высокочастотной плазме подробно описаны в работах [5–7].

Измерения длительности затухания флуоресценции выполнены методом кинетической флуоресцентной спектроскопии в режиме время коррелированного счета одиночных фотонов [8] и представлены в таблице. В таблице также кратко описаны условия синтеза и обработки катализаторов.

Исходя из анализа характерных времен затухания флуоресценции, следует ожидать усиление активность фотокатализаторов в следующем порядке: $\text{TiO}_2\text{-N3-pp2} < \text{TiO}_2 < \text{TiO}_2\text{-pp2} < \text{TiO}_2\text{-N3} < \text{TiO}_2\text{-pp1} < \text{TiO}_2\text{-RF} < \text{TiO}_2\text{-N3-pp1}$.

Работа выполнена в рамках проекта «Создание научных основ плазмоактивированного взаимодействия наночастиц с поверхностью функциональных материалов с целью разработки новых методов направленного синтеза и модификации наноструктурированных каталитических материалов ГПНИ «Конвергенция-2025», подпрограмма «Микромир, плазма и Вселенная» (шифр 2.2.02).

Таблица 1. – Условия синтеза и обработки фотокатализаторов на основе TiO_2 и времена затухания флуоресценции

Образец	Условия плазменной обработки	Импрег-нирование красителем на основе Ru	Покрытие полимерной пленкой в плазме	t, нс
TiO_2	–	–	–	21,2
$\text{TiO}_2\text{-pp1}$	–	–	ВЧ-плазма в реактивной атмосфере (Ag + аллиловый спирт как прекурсор), мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм: 1.5 сссм 15 мин, толщина пленки 100 нм	39,7
$\text{TiO}_2\text{-pp2}$	–	–	ВЧ-плазма в реактивной атмосфере (Ag + аллиловый спирт как прекурсор), мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм: 1.5 сссм 30 мин толщина пленки 200 нм	24,0
$\text{TiO}_2\text{-N3}$	–	+	–	26,3
$\text{TiO}_2\text{-N3-pp1}$	–	+	ВЧ-плазма в реактивной атмосфере (Ag + аллиловый спирт как прекурсор), мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм: 1.5 сссм 15 мин, толщина пленки 100 нм	45,9
$\text{TiO}_2\text{-N3-pp2}$	–	+	ВЧ-плазма в реактивной атмосфере (Ag + аллиловый спирт как прекурсор), мощность 300 Вт, давление в камере 15 Па, скорость потока газа 20 сссм: 1.5 сссм 30 мин толщина пленки 200 нм	16,6
$\text{TiO}_2\text{-RF}$	ВЧ-плазма в Ag, мощность 300 Вт, давление 15 Па, скорость потока газа 20 сссм, время обработки 15 мин	–	–	39,8

Авторы благодарят д-ра Ф. Брюзера (Лейбниц-Институт физики и технологии плазмы г. Грайфсвальда, Германия) за синтез каталитически активных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Radwan, E. K Impact of support characteristics and preparation method on photocatalytic activity of TiO₂/ZSM-5/silica gel composite photocatalyst / E. K. Radwan, C. H. Langford, G. Achari // Royal Society Open Science. – 2018. – Vol. 5. – P. 180918-1–180918-9.
2. Plasma application for more environmentally friendly catalyst preparation / C.-J. Liu [et al.] // Pure Appl. Chem. – 2006. – Vol. 78, № 6. – P. 1227–1238.
3. Vinu, R. Photocatalytic activity of Ag-substituted and impregnated nano-TiO₂ / R. Vinu, G. Vadras, // Appl. Cat. A. – 2009. – Vol. 366. – P. 130–140.
4. Mengjie, W. Application of and research on TiO₂ photocatalysis technology / W. Mengjie, L. Kum, // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 165. – P. 202016505001-1–202016505001-4.
5. Savastenko, N. A Plasma-Assisted Synthesis of Polymer-Capped Dye-Sensitised TiO₂-Based Photocatalysts for Methyl Orange Photodecomposition / N. A. Savastenko, V. Brüser, S. A. Maskevich // Proceedings of the IX Intern. Confer. Plasma Physics and Plasma Technology (PPPT-9), Minsk, Belarus, Sept. 17–11, 2018 / – Eds. : N. V. Tarasenko, A. A. Nevar and N. N. Tarasenko. – Minsk : Kovceg, 2018. – P. 433–436.
6. Фотокатализаторы на основе наночастиц диоксида титана (TiO₂) для утилизации фармакологических отходов методом фотодеградации / Савастенко [и др.] // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века : материалы XX междунар. науч. конф., 21–22 мая 2020 г., г. Минск, Респ. Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020 – Ч. 2. – С. 409–412.
7. Медведский, А. В. Разложение фармакологических отходов под действием ультрафиолетового света в присутствии наноразмерных фотокатализаторов на основе оксида титана / А. В. Медведский, В. Р. Плоходько, Н. А. Савастенко // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 5–6 марта 2020 г. : в 2 ч. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Ч. 1. – С. 168–170.
8. Маскевич, А. А. Анализ кинетики затухания флуоресценции тиофлавина Т методом максимума энтропии / А. А. Маскевич, В. И. Степура, П. Т. Балинский // ЖПС. – 2010, Т. 77. – № 2. – С. 209–217.

В. С. САВЕНКО¹, О. А. ТРОИЦКИЙ², И. А. АСТАПЕНКО¹

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (Мозырь, Беларусь)

²Институт машиноведения имени А. А. Благонравова РАН (Москва, Россия)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОНДЕРОМОТОРНЫХ ФАКТОРОВ В ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТИ

Пластическая деформации металла с нагрузкой выше предела текучести, с пропусканьем импульсов тока плотностью 10^2 – 10^4 А/мм², длительностью 100 мкс в деформационной зоне, обуславливает возбуждение электронной подсистемы металла и реализует электропластический эффект за счет ускорения пластического течения металла потоком электронов проводимости, которые находятся в дрейфовом движении под влиянием электромагнитного поля [1–3].

Импульсный ток в деформируемом металле вызывает пондеромоторное действие, обусловленное периодическим сжатием образцов в радиальном направлении собственным магнитным полем тока и возбуждением в образцах упругих колебаний с частотой следования импульсов при поляризации электронной плазмы металла, с образованием поперечного электрического поля.

В научно-прикладном аспекте необходимо учитывать физические условия создания пондеромоторных факторов для конкретных технически важных материалов в условиях электропластичности.

Учитывая физические параметры и константы материала, можно определить величину собственного магнитного поля в образце, возникающего от пондеромоторных факторов при электропластической деформации с помощью математического пакета Matlab.

```

Editor - D:\RAS4ET_MP.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
1 % исходные данные
2 c = 3*10^10; % см/с, электродинамическая постоянная
3 si = 3.7*10^7; % Ом/м, удельная проводимость алюминия
4 m = 1.2566*10^(-6); % Н/А^2, магнитная постоянная для алюминия
5 j = 10^3; % А/мм^2, плотность тока
6 S = 4; % мм^2, площадь поперечного сечения проводника
7 r1 = 0.4; % мм, радиус образца #1
8 r2 = 1.9; % мм, радиус образца #2
9 t = 10^(-4); % с, длительность импульсов тока
10 w1 = 500; % Гц, частота следования импульсов #1
11 w2 = 700; % Гц, частота следования импульсов #2
12 w3 = 900; % Гц, частота следования импульсов #3
13 DM % коэффициент магнитной диффузии
14 Hz(x,t) % значение магнитного поля в образце
script Ln 18 Col 54 OVR

```

Для расчета электрического поля, возникающего от вторичных пондеромоторных факторов в образце, воспользуемся уравнением (1), в котором опустим ток смещения и запишем в виде (2):

$$\text{rot}H = \frac{1}{c} \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} j, \quad (1)$$

$$\text{rot}H = \frac{4\pi}{c} j. \quad (2)$$

С учетом закона Ома $j = \sigma E$ выразим напряженность электрического поля в виде:

$$E = \frac{c}{4\pi\sigma} \text{rot}H. \quad (3)$$

Подставим в (3) зависимость напряженности магнитного поля, заключаем, что электрическое поле имеет только Y-компоненту:

$$E_y = (1 - i) \sqrt{\frac{\omega\mu}{8\pi\sigma}} H_z. \quad (4)$$

Учтем Z-компоненту магнитного поля H_z выделив вещественную часть:

$$E_y(x, t) = \sqrt{\frac{\omega\mu}{4\pi\sigma}} H_0 e^{-\frac{x}{\delta}} \cos(\omega t - \frac{x}{\delta} + \frac{\pi}{4}). \quad (5)$$

Умножая полученный результат на σ , найдем распределение плотности тока в образце:

$$j_y(x, t) = \sqrt{\frac{\omega\mu}{4\pi\sigma}} H_0 e^{-\frac{x}{\delta}} \cos(\omega t - \frac{x}{\delta} + \frac{\pi}{4}). \quad (6)$$

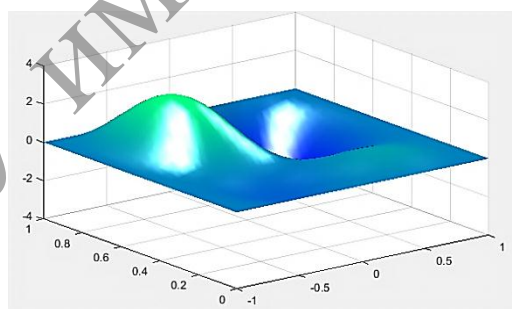


Рисунок 1. – Изменение магнитного поля в образце висмута

Как видно из графика (рис. 1), в образце деформационного висмута наблюдается изменение магнитного поля, причем при перемещении от центра к поверхности образца напряженность магнитного поля увеличивается, на расстоянии в 1 мм от центра поперечного сечения напряженность магнитного поля принимает наибольшее значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савенко, В. С. Вклад пондеромоторных факторов в реализацию электропластической деформации / В. С. Савенко, О. А. Троицкий, А. Г. Силивонец // Известия НАН РБ. Серия физико-технических наук. – 2017. – № 1. – С. 85–91.

2. Троицкий, О. А. Фундаментальные и прикладные исследования электропластической деформации металлов / О. А. Троицкий, В. С. Савенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 375 с.
3. Савенко, В. С. Физические и технологические основы электропластической деформации металлов / О. А. Троицкий, В. С. Савенко. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2016. – 208 с.

С. А. СЕРГИЕНЯ, А. А. ГОЛУБ
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ WEB ПРИЛОЖЕНИЙ

В современном мире существует множество инструментов разработки web-приложений, начиная с самых базовых, JavaScript, HTML, CSS и заканчивая очень сложными системами React, Angular, Vue.

React – это библиотека для разработки пользовательского интерфейса, в то время как Angular и Vue – фреймворки.

В данной статье рассматривается разработка пользовательского интерфейса в библиотеке React. Библиотека React разрабатывается и поддерживается компаниями Facebook, Instagram и сообществом отдельных разработчиков и корпораций, она является бесплатной, и ее исходники находятся в открытом доступе. React может использоваться для разработки одностраничных SPA (Single Page Application) и мобильных приложений [1].

Цель библиотеки React – предоставить высокую скорость разработки, простоту использования и масштабируемость приложений. Основная идея React – это написание повторно используемых компонентов, из которых будет состоять приложение. Таким образом, новое приложение можно собирать с уже разработанных компонентов, как из кирпичей дом. В роли таких компонентов могут быть кнопки, текстовые поля, пагинация, таблицы и многие другие компоненты с собственным дизайном, создание которых ограничивается только воображением и бизнес-логикой самого приложения.

Приложения, использующие библиотеку React, пишутся в декларативном стиле, это означает, что разработчик не задумывается, как отобразить элемент на странице, к примеру, кнопку, а непосредственно её вызывает в необходимом месте, например, командой

```
<button>Click me</button>.
```

Создание приложения в библиотеке React предполагает, что разработчик формирует только основную мысль и концепцию по принципу состояний системы.

Например, рассмотрим известный пример отображения списка дел в приложении ToDo. Список дел будем получать с сервера, то есть потребуется какое-то время для того, чтобы получить эти данные. В этот момент пользователь должен увидеть какую-либо информацию на открытой web-странице браузера, иначе он не дожждётся получения данных и покинет сайт. Для этого можно использовать Hooks библиотеки React.

До версии React 16.8 можно было использовать состояние только в классовых компонентах, но в настоящее время сообщество разработчиков React посчитало классовые компоненты слишком сложными, поэтому было решено добавить технологию состояния (state) и для функциональных компонентов с помощью API hook [2].

В рамках рассматриваемого приложения ToDo создается два «состояния», используя при помощи useState.

Первое «состояние» предназначено для отображения списка дел, второе – для хранения статуса загрузки, чтобы следить за тем, загрузился ли требуемый список.

Обращение к полученным данным осуществляется через hook useEffect без массива зависимостей, он является аналогом метода componentDidMount в классовых компонентах.

Для того чтобы получить данные с удалённого сервера, воспользуемся API fetch, который создан для обработки сетевых запросов. Отображение результатов fetch запроса реализовано через API Promise. Так как «состояние» загрузки может быть только в двух режимах, то для его хранения достаточно использовать переменную типа boolean.

По умолчанию состояние загрузки будет «false», что логично, так как еще не вызван запрос на получение списка дел. После того как компонент будет примонтирован, запускается hook `useEffect`, в котором вызывается функция `fetch` для получения данных. Перед тем как вызвать функцию `fetch`, необходимо установить переменную состояния загрузки в значение «true», так как начинается процесс загрузки данных с сервера. После получения положительного ответа от сервера, в обработчике `promise` (функция `then`) выполним необходимые операции с ответом от сервера и полученные данные передадим в «состояние» (`state`) компонента список дел. Затем вызывается обработчик `finally`, в котором устанавливается исходное значение переменной состояния загрузки «false».

Примерный программный код приложения представлен на рисунке 1.

```
import {useEffect, useState} from "react";

const App = () => {
  const [isLoading, setIsLoading] = useState( initialState: false);
  const [list, setList] = useState( initialState: []);

  useEffect( effect: () => {
    setIsLoading( value: true);
    fetch( input: 'http://todoList.com/') Promise<Response>
      .then((response :Response ) => response.json()) Promise<Response>
      .then(data => setList(data)) Promise<void>
      .finally(setIsLoading( value: false));
  }, deps: [])

  return !isLoading && (
    <ul>
      {list.map((todoItem) => <li>{todoItem}</li>)}
    </ul>
  )
};
```

Рисунок 1. – Программный код приложения ToDo

Выше рассмотрен современный способ реализации `fetch` запросов и их обработка в web-приложениях, написанных с использованием библиотеки `React`.

ЛИТЕРАТУРА

1. Documentation for app developers [Electronic resource] // React developers. – Режим доступа: <https://reactnative.dev/>. – Дата доступа: 07.02.2020.

2. Бэнкс, А. `React` и `Redux`: функциональная веб-разработка / А. Бэнкс, Е. Порселло. – СПб. : Питер, 2018. – 336 с.

О. И. ХАНЕНЯ

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРАВЕНСТВА КОШИ ПРИ РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ

Метод доказательства неравенств с помощью неравенства Коши в программе школьного курса математики не рассматривается и потому редко применяется на практике. Но использование данного метода помогает развивать логическое мышление, необходимо на практике увидеть преимущество данного способа перед другими. А ведь с помощью классических неравенств во многих случаях можно осуществить исследование на максимум и минимум функций. Также очень часто на олимпиадах требуется доказать некоторое неравенство, а сделать это становится намного проще, если мы знаем применение неравенства Коши и классические способы его применения.

Однако среднее арифметическое изучается в школьном курсе пятого класса и выглядит следующим образом: $\frac{a+b}{2}, \frac{a+b+c}{3}, \dots$. Среднее геометрическое впервые появляется в курсе геометрии восьмого класса. Выглядит оно таким образом: \sqrt{ab} . В прямоугольном треугольнике таким свойством обладают три отрезка: два катета и перпендикуляр, опущенный из вершины прямого угла на гипотенузу.

Для 10–11 классов по данной тематике на факультативные занятия в ходе подготовки к олимпиадам и тестированию целесообразно включить данную тему. «Неравенство Коши» является одним из разделов, представляющих неоспоримую ценность для общего образования. Однако теоретические знания и задачи являются сложными для понимания учащимися. Данный материал является сложным не только для учеников, но и для учителей, которым предстоит проработать методическую систему изучения курса в средней общеобразовательной школе.

Актуальным является использование классического неравенства Коши при решении некоторых задач по математике, иногда на олимпиаде предлагаются задачи, которые проще и быстрее решить, используя классические неравенства. При изучении неравенств преследуется цель развития у детей мыслительных навыков, умения обобщать и конкретизировать, иметь представление об аксиоматической основе любой теории как системе знаний.

Нами создана электронная дидактическая разработка, включающая обучающую программу «Применение неравенства Коши при решении задач» для учащихся средних общеобразовательных школ. Данное электронное приложение разработано средствами языка программирования HTML.

Данный комплекс включает в себя теоретические данные по теме, а также подборку и решение заданий разного уровня сложности и тематики.

Данный комплекс станет помощником как для учителей, так и для учащихся, если ученик захочет изучить данную тему самостоятельно.

Есть несколько типов заданий, которые необходимо и возможно решить только при условии, что мы знаем неравенство Коши.

Самый первый тип заданий – это доказать неравенство. [1]

Пример 1. Пусть $x \geq 0$. Докажите неравенство

$$(1 + x + x^2 + \dots + x^{100}) \cdot (1 + x^{100}) \geq 200x^{100}$$

Доказательство. Согласно неравенству $\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$, справедливо $x^k + x^{100-k} \geq 2x^{50}$, $k=0, 1, \dots, 49$.

Отсюда $(1 + x + x^2 + \dots + x^{100}) \cdot (1 + x^{100}) = ((1 + x^{100}) + (x + x^{99}) + \dots + (x^{49} + x^{51}) + x^{50}) \cdot (1 + x^{100}) \geq (2x^{50} + 2x^{50} + \dots + 2x^{50} + x^{50}) \cdot 2x^{50} = 202x^{100} \geq 200x^{100}$.

Пример 2. Доказать неравенство $(a + 4)(b + 4)(a + b) \geq 32ab$, где $a \geq 0, b \geq 0$.

Доказательство. Используя упрощенное неравенство Коши, перепишем наше неравенство следующим образом: $a + 4 \geq 2\sqrt{4a} = 4\sqrt{a}$, $b + 4 \geq 2\sqrt{4b} = 4\sqrt{b}$ и $a + b \geq 2\sqrt{ab}$. Исходя из этого, получаем

$$(a + 4)(b + 4)(a + b) \geq 4\sqrt{a} \cdot 4\sqrt{b} \cdot 2\sqrt{ab} = 32ab.$$

Вторым типом заданий может быть следующее: необходимо решить уравнение с помощью замечательных неравенств.

Пример 3. Найти все действительные корни уравнения:

$$2 \cdot \sqrt{x+7} + 3 \cdot \sqrt{37-2x} + 6 \cdot \sqrt{3x+93} = 7 \cdot \sqrt{2x+137}.$$

Решение: ОДЗ уравнения является отрезок $[-7; 18,5]$. Согласно неравенству $|a_1b_1 + a_2b_2| \leq \sqrt{a_1^2 + a_2^2} \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2}$, для каждого $x \in [-7; 18,5]$ справедливо следующее неравенство:

$$2 \cdot \sqrt{x+7} + 3 \cdot \sqrt{37-2x} + 6 \cdot \sqrt{3x+93} \leq \sqrt{4+9+36} \cdot \sqrt{2x+137} = 7\sqrt{2x+137}.$$

Равенство возможно только, если $\frac{x+7}{4} = \frac{37-2x}{9} = \frac{3x+93}{36}$, т.е. при $x = 5$.

Ответ: $x = 5$.

Возможно использование неравенства Коши-Буняковского при решении тригонометрических уравнений.

Пример 4. Решить уравнение $\sin 3x - 2\sin 18x \sin x = 3\sqrt{2} - \cos 3x + 2\cos x$.

Решение: Запишем исходное уравнение в следующем виде:

$$\sin 3x + \cos 3x - 2\cos x - 2\sin 18x \sin x = 3\sqrt{2}$$

Применяя неравенство $|a_1b_1 + a_2b_2| \leq \sqrt{a_1^2 + a_2^2} \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2}$, получим

$$\begin{aligned} \sin 3x \cdot 1 + \cos 3x \cdot 1 + (\sqrt{2}\cos x) \cdot (-\sqrt{2}) + (\sqrt{2}\sin x) \cdot (-\sqrt{2}\sin 18x) &\leq \\ &\leq \sqrt{(\sin^2 3x + \cos^2 3x + 2\cos^2 x + 2\sin^2 x) \cdot (1^2 + 1^2 + 2 + 2\sin^2 18x)} \end{aligned}$$

$$\sqrt{3 \cdot (4 + 2\sin^2 18x)} \leq \sqrt{3 \cdot 6} = 3\sqrt{2}.$$

Равенство возможно при выполнении следующих условий:

$$\begin{cases} \sin^2 18x = 1, \\ \frac{\sin 3x}{1} = \frac{\cos 3x}{1} = \frac{\sqrt{2}\cos x}{-\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}\sin x}{-\sqrt{2}\sin 18x}. \end{cases}$$

Решаем уравнение $\sin 3x = \cos 3x$, получим $x = \frac{1}{3}(\frac{\pi}{4} + \pi k)$, $k \in \mathbb{Z}$. Тогда $\sin 18x = \sin \frac{3\pi}{2} = -1$.

Среди чисел вида $x = \frac{1}{3}(\frac{\pi}{4} + \pi k)$, $k \in \mathbb{Z}$ оставим те, для которых верно равенство $\frac{\sqrt{2}\cos x}{-\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}\sin x}{-\sqrt{2} \cdot (-1)}$, т.е.

$x = -\frac{\pi}{4} + \pi n$, $n \in \mathbb{Z}$. После проверки имеем $x = \frac{3\pi}{4} + 2\pi l$, $l \in \mathbb{Z}$.

Ответ: $x = \frac{3\pi}{4} + 2\pi l$, $l \in \mathbb{Z}$.

Решение текстовых можно свести к применению доказательства неравенства Коши. [2]

Пример 5. Докажите, что значение площади боковой поверхности прямоугольного параллелепипеда, у которого диагональ 1 не превосходит $\sqrt{2}$.

Решение. Обозначим a, b, h - измерения параллелепипеда.

$$S_{\text{бок}} = 2(a+b) \cdot h, \text{ т. к. } d = 1$$

$$d^2 = 1 = a^2 + b^2 + h^2 = (a^2 + 0.5h)^2 + (b^2 + 0.5h)^2 \geq 2 \sqrt{\frac{a^2 h^2}{2}} + 2 \sqrt{\frac{b^2 h^2}{2}}$$

$$\sqrt{2}ah + \sqrt{2}bh = \sqrt{2}(a+b)h \Rightarrow h = \frac{1}{\sqrt{2}}, \text{ что и требовалось доказать.}$$

Таким образом, рассмотренные неравенства и задачи, связанные с ними, показывают разнообразие методов и интересных способов их применения как в алгебре, так и в геометрии. Некоторые задания носят олимпиадный характер. Их рассмотрение можно проводить при подготовке к различным конкурсам, также можно включить в программу факультативных занятий. В математике неравенство является одним из фундаментальных понятий и составляющим аппарата математического моделирования, поэтому в процессе изучения неравенств школьники убеждаются в важности и действенности методов математики. Обозначенный аспект замечательных неравенств предполагает решение задач прикладного характера, задач, содержание которых требует обращения к знаниям из других школьных дисциплин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Далингер, В. А. Классические неравенства. / В. А. Далингер // Электрон. текстовые дан. Омск : Омский гос. пед. ун-т. – Омск, 2013. – 132 с.

2. Калинин, С. И. Средние величины степенного типа. Неравенства Коши и Ки Фана : учебное пособие по спецкурсу / С. И. Калинин. – Изд-во ВГГУ. – 2002. – 368 с.

ДАСЛЕДАВАННЕ АДНОЙ СІСТЭМЫ ДЫФЕРЭНЦЫЯЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ
 МЕТАДАМІ ГІПЕРКАМПЛЕКСНАГА АНАЛІЗУ

Адным з метадаў даследавання дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных з'яўляецца метада функцый, манагенных у сэнсе У. С. Фёдарова (F-манагенных) [1–10]. У прыватнасці, пры дапамозе F-манагенных функцый удаецца пабудаваць функцыянальна-інварыянтныя рашэнні сістэмы Максвэла для электрамагнітнага поля ў пустэце [11; 12], а таксама функцыянальна-інварыянтных вектар-аналітычных функцый [13; 14]. Акрамя гэтага, пры дапамозе адзначаных функцый удаецца для асобных відаў дыферэнцыяльных раўнанняў і сістэм дыферэнцыяльных раўнанняў будаваць рашэнні ў замкнутай форме.

У дадзенай працы пры дапамозе F-манагенных гіперкамплексных функцый даследуецца сістэма трох дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных.

Разгледзім сістэму дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных выгляду

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

дзе u, v, w – шуканыя камплексназначныя функцыі трох рэчаісных зменных x, y, z . Усе разглядаемыя функцыі мяркуюцца дыферэнцавальнымі ў некаторым адназвязным абсягу D эўклідавай прасторы $E^3(x, y, z)$.

Няхай алгебра A – асацыятыўна-камутатыўная алгебра з базісам $1, \lambda, \lambda^2$, дзе закон множання вызначаецца роўнасцю $\lambda^3 = -1$.

Увядзём у разгляд гіперкамплексную функцыю $f = u + \lambda v + \lambda^2 w$. У якасці базы фармальных вытворных выбіраем гіперкамплексныя функцыі $p = x + 2\lambda y + \lambda^2 z$, $q = \lambda y + \lambda^2 z$, $t = \lambda^2 z$ [15].

Тады, на падставе азначэння фармальных вытворных [15], атрымліваем наступную тэарэму.

Тэарэма 1. Сістэма дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (1) раўназначная раўнанню ў фармальных вытворных

$$\frac{\partial f}{\partial t} = 0, \quad (2)$$

дзе $f = u + \lambda v + \lambda^2 w$, $\frac{\partial f}{\partial t} = f'_x - \lambda f'_z + \lambda^2 f'_y$.

Роўнасць (2) сведчыць аб тым, што f – адвольная манагенная ў сэнсе У. С. Фёдарова адносна функцый p і q у абсягу D функцыя.

Калі даследаваць структуру такіх F-манагенных гіперкамплексных функцый, то атрымаем наступную тэарэму.

Тэарэма 2. Агульнае рашэнне сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (1) мае выгляд:

$$\begin{aligned} u &= \frac{P + Q + R}{3}, \\ v &= \frac{\bar{r}Q - P + rR}{3}, \\ w &= \frac{P - rQ - \bar{r}R}{3}, \end{aligned}$$

дзе $P \equiv P[\alpha, \xi]$ ($Q \equiv Q[\beta, \eta]$, $R \equiv R[\gamma, \zeta]$) – адвольная комплексная функция, F-манагенная па функциях α і ξ (β і η , γ і ζ) у абсягу D , $\alpha = x - 2y + z$, $\beta = x + 2yr + zr^2$, $\gamma = x + 2y\bar{r} + z\bar{r}^2$, $\xi = -y + z$, $\eta = yr + zr^2$, $\zeta = y\bar{r} + z\bar{r}^2$, $r = \frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$.

ЛІТАРАТУРА

1. Федоров, В. С. Основные свойства обобщённых моногенных функций / В. С. Федоров // Известия вузов. Математика. – 1958. – № 6. – С. 257–265.
2. Павлов, С. Д. Решение систем линейных дифференциальных уравнений с частными производными с помощью моногенных функций в смысле В. С. Федорова / С. Д. Павлов // Anal. stiint. Univ. Iasi. – 1962. – F. 2. – T. 8. – P. 323–329.
3. Стельмашук, Н. Т. О некоторых линейных дифференциальных системах в частных производных / Н. Т. Стельмашук // Сибирский математический журнал. – 1964. – № 1. – Т. 5. – С. 166–173.
4. Кусковский, Л. Н. О краевой задаче типа Римана-Гильберта / Л. Н. Кусковский // Дифференциальные уравнения. – 1975. – № 3. – Т. 11. – С. 52–532.
5. Стельмашук, Н. Т. Метод формальных производных для решения задачи Коши для одной системы дифференциальных уравнений в частных производных / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Дифференциальные уравнения. – 1993. – № 11. – Т. 29. – С. 2019–2020.
6. Stelmashuk, N. T. The solution of the boundary value problem for a system of equations in formal derivatives by means dual differential operators / N. T. Stelmashuk, V. A. Shylinets // Труды института математики НАН Беларуси. – 2004. – № 2. – Т. 12. – С. 170–171.
7. Стельмашук, Н. Т. О преобразовании к каноническому виду системы линейных уравнений в частных производных с помощью двойных дифференциальных операторов / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2008. – № 2. – С. 61–65.
8. Шылінец, У. А. Даследаванне краёвай задачы для аднаго класа рашэнняў хвалевага раўнання / У. А. Шылінец, І. М. Гуло // Весці БДПУ. Серыя 3. – 2019. – № 2. – С. 17–20.
9. Шылінец, У. А. Знаходжанне пры дапамозе F-манагенных гіперкомплексных функций агульнага рашэння сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку / У. А. Шылінец, І. М. Гуло // Весці БДПУ. Сер. 3. – 2020. – № 2. – С. 19–23.
10. Шылінец, У. А. Задача Кашы для дыферэнцыяльнага раўнання ў фармальных вытворных / У. А. Шылінец, І. М. Гуло // Весці БДПУ. Сер. 3. – 2020. – № 4. – С. 19–24.
11. Стельмашук, Н. Т. Об одном исследовании системы Максвелла с помощью F-моногенных функций / Н. Т. Стельмашук // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1967. – № 2. – Т. 7. – С. 431–436.
12. Стельмашук, М. Т. Пабудова інтэгральных выяўленняў для функцыянальна-інварыянтных рашэнняў сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў Максвелла / М. Т. Стельмашук, У. А. Шылінец // Весці БДПУ. – 1999. – № 2. – С. 147–150.
13. Стельмашук, М. Т. Аб краёвай задачы для функцыянальна-інварыянтных вектар-аналітычных функций / М. Т. Стельмашук, У. А. Шылінец, Г. А. Андрэева // Весці БДПУ. Сер. 3. – 2010. – № 2. – С. 17–19.
14. Стельмашук, Н. Т. Краевая задача для функционально-инвариантных вектор-аналитических функций / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец, Г. А. Андреева // Математическое моделирование и краевые задачи : тр. VII Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Ч. 3. Дифференциальные уравнения и краевые задачи. – Самара : СамГТУ, 2010. – С. 266–268.
15. Гусев, В. А. об одном обобщении ареолярных производных / В. А. Гусев // Bul. stiint. al Institut. politehnic Timisoara. – 1962. – F. 2. – T. 7. – P. 223–238.

Секция 5



Математическое и компьютерное моделирование физических систем, процессов и явлений

А. Б. БАЗАРБАЕВА

АРУ им. К. ЖУБАНОВА (г. Актобе, Казахстан)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СВЕТА

Компьютерные модели легко вписываются в традиционное ведение лекции, позволяя преподавателю продемонстрировать почти «живьём» многие физические эффекты, которые обычно мучительно и долго объясняются «на пальцах». Кроме того, компьютерные модели позволяют преподавателю организовывать новые, нетрадиционные виды учебной деятельности [1–3].

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения физических систем. Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемых объектов, исследовать отклик физической системы на изменения ее параметров и начальных условий [2].

Интерференция – одно из ярких проявлений волновой природы света. Это интересное и красивое явление наблюдается при определенных условиях при наложении двух или нескольких световых пучков.

Проанализировать графические зависимости толщины пленки, показатель преломления вещества и угол преломления можно посредством компьютерного моделирования, а именно реализовать численную модель интерференции света, используя табличный процессор Excel.

Последовательность действий.

1. Откроем табличный процессор Excel и в столбец А внесем необходимые формулы для вычисления ($A=2*d*n*cos(\beta)$) и подготовим ячейки для внесения исходных данных как показано на рисунке 1.

	А	В
1	Формула для вычисления	
2	$A=2*d*n*cos(\beta)$	0
3		
4		
5	Толщина пленки - d	
6	Показатель преломления вещества- n	
7	Угол преломления - $\cos(\beta)$	
8		

Рисунок 1

2. Подготовим таблицу для построения графиков d , n и $\cos(\beta)$ (рисунок 2). Желательно не менее 100 ячеек (столбец D).

	D	E	F	G	H
	№	Толщина пленки, мм	Показатель преломления вещества	Угол преломления, °	Разница в пути волны, Δ
	1				
	2				
	3				
	4				

Рисунок 2

3. Рассчитаем шаг программы. Как показано на рисунке 3, в ячейку B5 задаем начальное значение толщины пленки «10мм»; в ячейку B6 – начальное значение показателя преломления вещества, например «1,003»; в ячейку B7 – угол преломления «60».

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Формула для вычисления			№	Толщина пленки, мм	Показатель преломления вещества	Угол преломления, °	Разница в пути волны, Δ	
2	$\Delta = 2 \cdot d \cdot n \cdot \cos(\beta)$			1					
3				2					
4				3					
5	Толщина пленки - d	10		4					
6	Показатель преломления вещества- n	1,003		5					
7	Угол преломления - $\cos(\beta)$	60		6					
8				7					
9				8					

Рисунок 3

4. Заполним столбец толщины пленки (E) следующим образом: ячейка E2 «=B\$5»; ячейка E3 «=E2+0,001»; ячейка E4 «=E3+0,001» и т. д.

5. Заполним столбец показателя преломления вещества (F) следующим образом: ячейка F2 «=B\$6», и это значение является константой для всего столбца.

6. Заполним столбец угла преломления (G) следующим образом: ячейка G2 «=B\$7»; ячейка G3 «=G2+1»; ячейка G4 «=G3+1»; ячейка G5 «=G4+1» и т. д.

7. Заполним столбец (H) следующим образом: ячейка H2 «=2*E2*F2*COS(G2)»; ячейка H3 «=2*E3*F3*COS(G3)»; ячейка H4 «=2*E4*F4*COS(G4)»; ячейка H5 «=2*E5*F5*COS(G5)» и т. д.

Полученный результат представлен на рисунке 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Формула для вычисления			№	Толщина пленки, мм	Показатель преломления вещества	Угол преломления, °	Разница в пути волны, Δ
2	$\Delta = 2 \cdot d \cdot n \cdot \cos(\beta)$	-19,1054044		1	10,000	1,003	60	-19,10540439
3				2	10,001	1,003	61	-5,178036569
4				3	10,002	1,003	62	13,51325579
5	Толщина пленки - d	10		4	10,003	1,003	63	0
6	Показатель преломления вещества- n	1,003		5	10,004	1,003	64	7,863800305
7	Угол преломления - $\cos(\beta)$	60		6	10,005	1,003	65	-11,28846567
8				7	10,006	1,003	66	-20,06495972
9				8	10,007	1,003	67	-10,39373271
10				9	10,008	1,003	68	8,83632446
11				10	10,009	1,003	69	19,94534589
12				11	10,010	1,003	70	12,7170876
13				12	10,011	1,003	71	-6,05814823
14				13	10,012	1,003	72	-19,42633046
15				14	10,013	1,003	73	-14,78722436
16				15	10,014	1,003	74	3,449472387
17				16	10,015	1,003	75	18,51806587
18				17	10,016	1,003	76	16,56254424
19				18	10,017	1,003	77	-0,622415447

Рисунок 4

8. Выделяем столбцы H со 2-ой по 102-ю строку. Выбираем на главном меню «Вставка» → «Диаграмма» → «Точечная с гладкими кривыми».

9. Получим графики (рисунок 5).

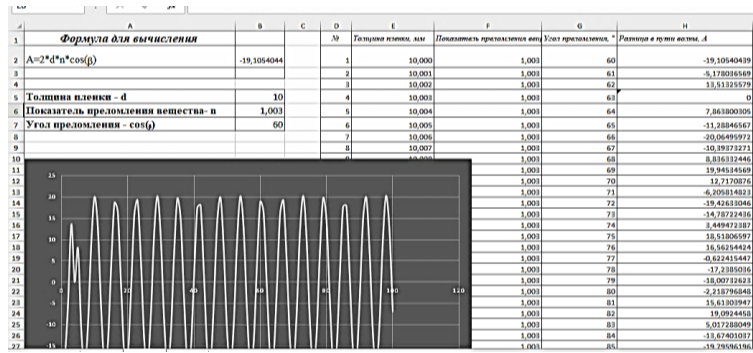


Рисунок 5

10. Изменяя исходные данные, наблюдайте за изменением графика. Сделайте вывод.

Таким образом, применение методов компьютерного моделирования позволяет создавать «виртуальные» эксперименты. Эти работы обладают демонстрационными возможностями, и они могут использоваться в качестве физических демонстраций на лекциях или при самостоятельном обучении, а активно выполняемые модельные эксперименты – как практические работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов, В. Г. Задачи по программированию / В. Г. Абрамов. – М. : Наука, 1988. – 224 с.
2. Бурсиан, Э. Задачи по физике для компьютера / Э. Бурсиан. – М. : Просвещение, 1991. – 256 с.
3. Милов, А. В. Основы программирования в задачах и примерах / А. В. Милов. – Харьков : ФОЛИО, 2002. – 401 с.

V. BALAN,¹ A. V. BURYI,² A. V. IVASHKEVICH,² E. M. OVSIYUK³

¹University Politehnica of Bucharest (Bucharest, Romania)

²B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Science (Minsk, Belarus)

³Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin (Mozyr, Belarus)

ON THE MATRIX EQUATION FOR A SPIN 2 PARTICLE IN PSEUDO-RIEMANNIAN SPACE-TIME, TETRAD METHOD

After the study by Pauli and Fierz [1, 2], the theory of massive and massless fields with spin 2 always attracted much. The most of studies was performed in the frames of the 2-nd order equations. It is known that many specific difficulties may be avoided if from the very beginning we start with the systems of 1-st order system. Probably, the first systematic study of the theory of spin 2 field within the first order formalism was done by F.I. Fedorov [3]. It turn out that this description requires the field function with 3-independent components. This theory was re-discovered and improved by T. Regge [4]. The first order approach is based from the very beginning on general theory of relativistic wave equations by Gel'fand – Yaglom and Lagrangian formalism. In the present paper we will develop the theory of spin 2 field, both massive and massless variants, starting from the matrix equation in Minkowsky space-time and extend it to generally covariant theory within tetrad method by Tetrede – Weyl – Fock – Ivanenko [5].

Let us start with the known system of the first order equations for a massive spin 2 particle (Fedorov – Regge [3, 4]):

$$\partial^a \Phi_a = m\Phi, \quad \frac{1}{2} \partial_a \Phi - \frac{1}{3} \partial^b \Phi_{(ab)} = m\Phi_a, \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \left(\partial^k \Phi_{[ka]b} + \partial^k \Phi_{[kb]a} - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^k \Phi_{[kn]} \right) + \left(\partial_a \Phi_b + \partial_b \Phi_a - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^k \Phi_k \right) = m\Phi_{(ab)}, \quad (2)$$

$$\partial_a \Phi_{(bc)} - \partial_b \Phi_{(ac)} + \frac{1}{3} \left(g_{bc} \partial^k \Phi_{(ak)} - g_{ac} \partial^k \Phi_{(bk)} \right) = m\Phi_{[ab]c}, \quad m = iM, \quad (3)$$

where the field variables are scalar, vector, symmetric 2-rank tensor, and 3-rank tensor skew-symmetric in two first indices. Excluding vector and 3-rank tensor we obtain 2-nd order equations with respect to the scalar and symmetric tensor [1, 2]):

$$\Phi = 0, \quad (\square + M^2)\Phi_{(ab)} = 0, \quad \Phi_{(ab)} = \Phi_{(ba)}, \quad \Phi^a_a = 0, \quad \partial^k \Phi_{(ka)} = 0. \quad (4)$$

It should be stressed that the scalar field entering the systems (1)–(4) is all-important, because it equals to zero only in absence of external fields. Besides this scalar variable is of crucial importance for massless case, when the first order systems reads

$$\partial^a \Phi_a = 0, \quad \frac{1}{2} \partial_a \Phi - \frac{1}{3} \partial^b \Phi_{(ab)} = \Phi_a, \quad (5)$$

$$\frac{1}{2} \left\{ \partial^k \Phi_{[ka]b} + \partial^k \Phi_{[kb]a} - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^k \Phi_{[kn]} \right\} + \left\{ \partial_a \Phi_b + \partial_b \Phi_a - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^k \Phi_k \right\} = 0, \quad (6)$$

$$\partial_a \Phi_{(bc)} - \partial_b \Phi_{(ac)} + \frac{1}{3} \left(g_{bc} \partial^k \Phi_{(ak)} - g_{ac} \partial^k \Phi_{(bk)} \right) = \Phi_{[ab]c}. \quad (7)$$

Excluding from (5) – subsidiary variables, we derive the 2-nd order equations for massless field [1, 2]):

$$\frac{1}{2} \square \Phi - \frac{1}{3} \partial^a \partial^b \Phi_{(ab)} = 0, \quad (8)$$

$$(\partial_a \partial_b + \frac{1}{2} g_{ab} \square) \Phi - \frac{1}{4} g_{ab} \square \Phi^n + \square \Phi_{(ab)} - \partial_a \partial^n \Phi_{(nb)} - \partial_b \partial^n \Phi_{(na)} = 0. \quad (9)$$

As was shown by Pauli and Fierz, these equations have a class of so called gauge solutions

$$\bar{\Phi} = \partial^l L_l, \quad \bar{\Phi}_{(ab)} = \partial_a L_b + \partial_b L_a - \frac{1}{2} g_{ab} \partial^l L_l, \quad (10)$$

where $L_l(x)$ stands for an arbitrary 4-vector. These special states do not contribute into physically observable quantities, like energy, like energy-momentum tensor.

It is the matters of simple calculations to find concomitant tensor components:

$$\bar{\Phi}_a = \frac{1}{3} \partial_a \partial^l L_l - \frac{1}{3} L_a, \quad \bar{\Phi}_{[ab]c} = \partial_c (\partial_a L_b - \partial_b L_a) - \frac{1}{3} (g_{cb} \partial_a - g_{ca} \partial_b) \partial^l L_l + \frac{1}{3} (g_{cb} L_a - g_{ca} L_b).$$

The system (1)–(3) can be re-written in equivalent block matrix form

$$\begin{aligned} \partial_a \left\{ (G^a)_{(0)}^k \Phi_k \right\} &= m \Phi_{(0)}, \quad \partial_a \left\{ \frac{1}{2} (\Delta^a)_k^{(0)} \Phi_{(0)} - \frac{1}{3} (K^a)_k^{(mn)} \Phi_{mn} \right\} = m \Phi_k, \\ \partial_a \left\{ \frac{1}{2} (B^a)_{(cd)}^{[mn]l} \Phi_{mnl} + (\Lambda^a)_{(dc)}^k \Phi_k \right\} &= m \Phi_{dc}, \quad \partial_a \left\{ (F^a)_{[kb]c}^{(mn)} \Phi_{mn} \right\} = m \Phi_{kbc}. \end{aligned} \quad (11)$$

The above matrix equations (11)

$$(\Gamma^a \frac{\partial}{\partial x^a} - m) \Psi(x) = 0, \quad \Psi = \{H; H_1; H_2; H_3\} \quad (12)$$

should be extended to Riemannian space-time in accordance with tetrad method. Let in a space-time with given metric we have fixed a tetrad:

$$\begin{aligned} dS^2 &= g_{\alpha\beta}(x) dx^\alpha dx^\beta, \quad g_{\alpha\beta}(x) \rightarrow e_{(a)\alpha}(x), \\ g_{\alpha\beta}(x) &= \eta^{ab} e_{(a)\alpha}(x) e_{(b)\beta}(x), \quad \eta^{ab} = \text{diag}(+1, -1, -1, -1), \end{aligned} \quad (13)$$

then we have a generalized form for the above equation

$$\left[\Gamma^\alpha(x) \left(\frac{\partial}{\partial x^\alpha} + \Sigma_\alpha(x) \right) - m \right] \Psi(x) = 0, \quad (14)$$

where the local matrices $\Gamma^\alpha(x)$ are determined with the use of the tetrad

$$\Gamma^\alpha(x) = e_{(a)}^\alpha(x) \Gamma^\alpha = \begin{vmatrix} 0 & G^\alpha(x) & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} \Delta^\alpha(x) & 0 & -\frac{1}{3} K^\alpha(x) & 0 \\ 0 & \Lambda^\alpha(x) & 0 & \frac{1}{2} B^\alpha(x) \\ 0 & 0 & F^\alpha(x) & 0 \end{vmatrix}, \quad (15)$$

and connection $\Sigma_\alpha(x)$ is

$$J^{ab} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & J_1^{ab} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & J_2^{ab} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & J_3^{ab} \end{vmatrix}, \quad \Sigma_\alpha(x) = J^{ab} e_{(a)}^\beta(x) e_{(b)\beta;\alpha}(x) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & (\Sigma_1)_\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (\Sigma_2)_\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (\Sigma_3)_\alpha \end{vmatrix}, \quad (16)$$

where

$$\Sigma_i(x) = J_i^{ab} e_{(a)}^\beta(x) e_{(b)\beta;\alpha}(x), \quad i = 1, 2, 3;$$

and $J_1^{ab}, J_2^{ab}, J_3^{ab}$ stand for generators for tensors $\Phi_k(x)$, $\Phi_{(mm)}(x)$, and $\Phi_{[mm]}(x)$. Equation (14) can be presented with the use of Ricci rotation coefficients

$$\left[\Gamma^c \left(e_{(c)}^\alpha(x) \frac{\partial}{\partial x^\alpha} + \frac{1}{2} J^{ab} \gamma_{abc} \right) - m \right] \Psi(x) = 0; \quad (17)$$

recall definition, что $\gamma_{[ab]c} = -\gamma_{[ba]c} = e_{(b)\rho;\sigma} e_{(a)}^\rho e_{(c)}^\sigma$. In block form, eq. (14) reads

$$\begin{aligned} G^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_1)_\alpha] H_1 &= mH, & \frac{1}{2} \Delta^\alpha(x) \partial_\alpha H - \frac{1}{3} K^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_2)_\alpha] H_2 &= mH_1, \\ \Lambda^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_1)_\alpha] H_1 + \frac{1}{2} [\partial_\alpha + (\Sigma_3)_\alpha] H_3 &= mH_2, & F^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_2)_\alpha] H_2 &= mH_3. \end{aligned} \quad (18)$$

In massless case, the system little changes (but its physical content is completely different)

$$\begin{aligned} G^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_1)_\alpha] H_1 &= 0, & \frac{1}{2} \Delta^\alpha(x) \partial_\alpha H - \frac{1}{3} K^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_2)_\alpha] H_2 &= H_1, \\ \Lambda^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_1)_\alpha] H_1 + \frac{1}{2} [\partial_\alpha + (\Sigma_3)_\alpha] H_3 &= 0, & F^\alpha(x) [\partial_\alpha + (\Sigma_2)_\alpha] H_2 &= H_3. \end{aligned} \quad (19)$$

Let us detail tetrad representation gauge solutions:

$$\bar{\Phi} = e^{(c)\alpha} \partial_\alpha L_{(c)} + e_{(c);\alpha}^\alpha L^{(c)}, \quad (20)$$

$$\bar{\Phi}_{(ab)} = -(\gamma_{[ca]b} + \gamma_{[cb]a}) L^{(c)} + e_{(a)}^\alpha \partial_\alpha \Lambda_{(b)} + e_{(b)}^\alpha \partial_\alpha \Lambda_{(a)} - \frac{1}{2} g_{ab} \bar{\Phi}. \quad (21)$$

Generalized matrix equation possess an important structural property: it is symmetric under the local Lorentz group in accordance with the following relations

$$\begin{aligned} \Psi'(x) &= S(x) \Psi(x), & S(x) \Gamma^\alpha(x) S^{-1}(x) &= \Gamma'^\alpha(x), \\ S(x) \Sigma_\alpha(x) S^{-1}(x) + S(x) \frac{\partial}{\partial x^\alpha} S^{-1}(x) &= \Sigma'_\alpha, \end{aligned} \quad (22)$$

where the prime means that these quantities are determined by the formulas (15)–(16), but with the use of the primed related to initial one by local Lorents transformation $e_{(a)}^\sigma(x) = L_a^b(x) e_{(b)}^\sigma(x)$. This symmetry proves correctness of the constructed equation, because at a given metric one can use many different tetrad and all corresponding equations are equivalent due to relations (22).

REFERENCES

1. Pauli, W. Über relativistische Feldgleichungen von Teilchen mit beliebigem Spin im elektromagnetischen Feld / W. Pauli, M. Fierz // *Helv. Phys. Acta.* – 1939. – Bd. 12. – S. 297–300.
2. Fierz, M. On relativistic wave equations for particles of arbitrary spin in an electromagnetic field / M. Fierz, W. Pauli // *Proc. Roy. Soc. London. A.* – 1939. – Vol. 173. – P. 211–232.
3. Fedorov, F. I. To the theory of particles with spin 2 / F. I. Fedorov // *Proceedings of Belarus State University. Ser. Phys.-math.* – 1951. – no 12. – P. 156–173.
4. Regge, T. On properties of the particle with spin 2 / T. Regge // *Nuovo Cimento.* – 1957. – Vol. 5, № 2. – P. 325–326.
5. Ovsyuk, E. M. Maxwell Electrodynamics and Boson Fields in Spaces of Constant Curvature / E. M. Ovsyuk, V. V. Kisel, V. M. Red'kov. – New York: Nova Science Publishers Inc., 2014. – 486 pages.

И. А. ВОЛК, Г. Л. МУРАВЬЕВ

УО БрГТУ (г. Брест, Республика Беларусь)

РАСШИРЯЕМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАБОТЫ С НЕЙРОСЕТЕВЫМИ АРХИТЕКТУРАМИ

Использование, в том числе для практических целей, методов искусственного интеллекта, нейросетевых технологий определило повышенную потребность в соответствующих средствах поддержки – специализированных библиотеках, языках, фреймворках, платформах.

Существует целый ряд инструментов для поддержки работы с нейросетевыми архитектурами (НА), представление о которых можно получить в многочисленных обзорах, например в [1]. Это платформа TensorFlow, реализованная специалистами фирмы Google Brain; система PyTorch; фреймворк лаборатории по изучению искусственного интеллекта компании Facebook-Theano, язык Python с набором специализированных библиотек типа SciPy, SciKit-Learn, язык Java с фреймворками Neuroph, Deeplearning4j и др.

Такие системы, используемые в практических приложениях, как правило, отличаются сложностью построения. Их эффективное применение требует значительных усилий для освоения, базируется на опыте программирования, владении математикой НА. Они мало “прозрачны”, что не способствует пониманию, снижает их ценность для целей обучения и изучения принципов работы, внесения пользовательских расширений. Это формирует потребность в “облегченных” средствах, приспособленных и одинаково полезных при обучении и решении типовых задач с применением нейросетевых методов.

В работе представлен проект и результаты макетирования расширяемого фреймворка для обучения и работы с произвольными многослойными НА как с системой взаимодействующих слоёв: полносвязанного, слоя разглаживания, изменения формы, слоя субдискретизации (пулинга) с функцией максимума для снижения размерности объекта, сверточного слоя.

В основу разработки положены принципы: открытость, читабельность кода; акцент на обеспечении базовой функциональности “ядра” средств с возможностью расширения; достижение расширяемости, модифицируемости соответствующим структурированием иерархии классов ядра, применением шаблонных классов, динамического полиморфизма.

Используемый математический аппарат, средства разработки: матричная и нейросетевая математика [2]; объектно-ориентированная и порождающая парадигмы для реализации проекта [3]; инструменты UML для получения и описания проектных решений.

Фреймворк базируется на библиотеке-иерархии классов поддержки НА и сервисных средств. Предусмотрена визуализация процессов обучения, обработки входных сигналов, динамики ошибок и т. п.

Условно классы можно разделить на четыре группы: “ядро” библиотеки, наборы стандартных (типовых) реализаций, сервисных составляющих и пользовательских расширений. Иерархия классов, шаблонов слоёв для построения НА, анализаторов ошибок, итераторов, иерархия шаблонов функторов активации представлена упрощенно диаграммой на рисунке 1.

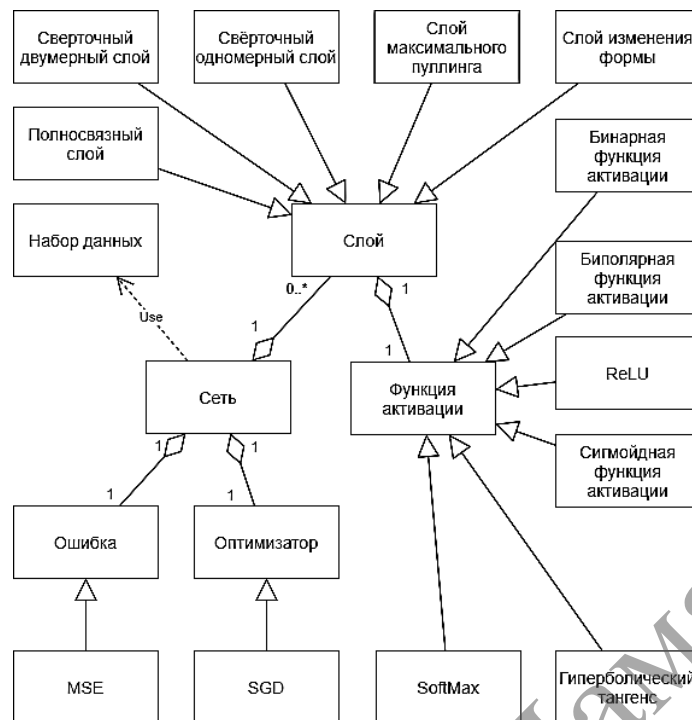


Рисунок 1. – Диаграмма классов системы

Ядро библиотеки включает базовые классы (Слой, Функция активации, Оптимизатор и др.), которые представляют компоненты нейросети и обеспечивают соответствующие интерфейсы, расширяемые или реализуемые при необходимости пользователем.

Слой – главный обрабатывающий элемент нейронной сети, используемый как строительный блок НА. В библиотеке представлены полносвязный, сверточный двумерный, одномерный, слой максимального пулинга, слой изменения формы. Функция активации – функтор, применяемый к выходному сигналу слоя. Соответственно каждый слой включает объект класса Функция активации или его производного класса. В библиотеке представлены бинарная, биполярная, сигмоидная функции активации, гиперболический тангенс, функции SoftMax, ReLU и др. Ошибка – класс для оценки отклонения выходного сигнала сети от эталона (здесь использована одна разновидность ошибки MSE – среднеквадратичное отклонение). Оптимизатор – класс, отвечающий за обновление синаптических связей нейронной сети (здесь использована реализация классического оптимизатора SGD – простой градиентный спуск).

Сеть – базовый класс библиотеки, объединяющий и инкапсулирующий частные компоненты и предоставляющий интерфейс для поддержки процессов конструирования, сохранения-загрузки НА, обучения или практического применения нейросетевой модели. При этом результаты конструирования и обучения сети могут быть сохранены и являются пригодными для дальнейшего использования.

Наборы стандартных реализаций поддерживают классы, реализующие интерфейсы ядра библиотеки. Они могут использоваться непосредственно в программировании НА. Для повышения универсальности использования средств введен класс-шаблон Набор данных – главный контейнер библиотеки, представляющий собой массив переменной длины для хранения данных произвольных типов.

Пользовательские реализации являются расширениями заложенных в библиотеке базовых функциональных возможностей – любой нужный, но недостающий компонент может быть добавлен к библиотеке путём наследования классов ядра, посредством реализации соответствующих интерфейсов.

Макетирование проекта, сборка демонстрационных примеров выполнены в системе MS Visual Studio на языке C++. Сборка примеров для системы Linux получена соответствующей системой сборки CMake. Фреймворк включает несколько десятков основных классов, содержит типовые решения, поддерживает программно-базовые функции работы с НА и представлен набором заголовочных файлов, позволяющих использовать модули без дополнительной сборки. Для целей тестирования проекта применялись инструменты платформы Google Test.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топ-10 фреймворков для искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://vc.ru/ml/80391-top-10-freymvorkov-dlya-iskusstvennogo-intellekta-chast-pervaya>. – Дата доступа: 10.01.2021.
2. Головкин, В. А. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие / В. А. Головкин, В. В. Краснопрошин. – Минск : БГУ, 2017. – 263 с.
3. Труб, И. И. Объектно-ориентированное моделирование на C++ / И. И. Труб. – СПб. : Питер, 2006. – 411 с.

Е. И. ГАЦКЕВИЧ, К. А. ЛЮБИНСКИЙ, К. В. СЕМЕНОВА

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ЛЕНТЫ МЕБИУСА

Лента Мёбиуса – это поверхность, которая получается при склеивании двух противоположных сторон АВ и CD прямоугольника ABCD так, что точки А и В совмещаются соответственно с точками С и D. Полученная поверхность является односторонней в трёхмерном пространстве. Её относят к непрерывным (топологическим) объектам. Указанная выше поверхность является классической лентой Мёбиуса. Если при склеивании противоположных сторон осуществить не одно, а несколько скручиваний, то также получается односторонняя поверхность. Лента Мёбиуса – это не только математический объект. Она широко используется в технике, например, для увеличения срока годности конвейерных лент или красящих лент в принтерах. Ленты Мёбиуса вдохновляют писателей-фантастов, художников и скульпторов.

Настоящая работа посвящена исследованию свойств ленты Мёбиуса с помощью программы Mathcad. Рассмотрена возможность построения трёхмерных изображений ленты Мёбиуса, а также исследования её свойств.

Ленту Мёбиуса можно описать с помощью параметрических уравнений [1]:

$$\begin{cases} x(\lambda, \varphi) = \left(R + \lambda \cos \frac{\varphi}{n}\right) \cos \varphi \\ y(\lambda, \varphi) = \left(R + \lambda \cos \frac{\varphi}{n}\right) \sin \varphi \\ z(\lambda, \varphi) = \lambda \sin \frac{\varphi}{n} \end{cases} \quad (1)$$

где R – радиус окружности, построенной в трёхмерной декартовой системе координат; λ – действительное число, определяющее положение точки на образующей (будет проиллюстрировано ниже); φ – принимает значения от 0 до 2π ; $n=2$.

На рисунке 1, а приведено изображение ленты Мёбиуса, построенное по формулам (1). При построении использовалась функция Mathcad CreateMesh(x,y,z, xmesh, ymesh), где x , y и z определялись по формулам (1). Параметры $xmesh$ и $ymesh$ выбираются пользователем и задают частоту сетки, в нашем случае $xmesh=10$ и $ymesh=40$. Мы также нанесли центральную линию ленты Мёбиуса, в этом случае при построении в уравнениях (1) полагается $\lambda=0$. Центральная линия ленты Мёбиуса представляет окружность. Линии сетки, перпендикулярные данной окружности, являются образующими ленты Мёбиуса. Угол образующей с плоскостью, проходящей через центральную окружность, т. е. с плоскостью Oxy, равен $\varphi/2$, где φ – полярная координата точки на окружности и параметр, входящий в уравнения (1).

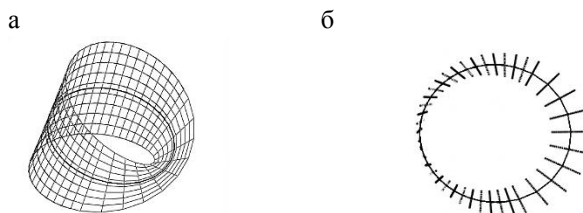


Рисунок 1. – Лента Мёбиуса ($n = 2$) (а) и проекция её образующей на плоскость OXY (б)

Используя режим (“Component properties” → “Appearance” → “DrawPoints” и “No Lines”) представления трёхмерных графиков в Mathcad, мы построили только образующие и центральную линию (рисунок 1, б). Изображение дано в плоскости OXY. При прохождении вдоль окружности угол образующей с плоскостью меняется от 0 до π , то есть образующая меняет направление на противоположное.

Представляется интересным исследовать вид поверхности, описываемой уравнениями (1) для других значений n . Параметр n определяет количество скручиваний ленты Мёбиуса, при $n = 2$ – одно скручивание (рисунок 1, а), при $n = 1$ – два скручивания (рисунок 2, б), при $n = 1/2$ будет четыре скручивания. Число скручиваний можно определить по формуле $k = 2/n$. При $n > 2$, например, при $n = 3$ (рисунок 2, в) построенная поверхность не является односторонней.

Из представленных рисунков видно, что если продлить образующие, то они пересекаются, например, при $\varphi=0$ и $\varphi=\pi$. Образующие пересекаются и при других углах, то есть лента Мёбиуса является самопересекающейся поверхностью. Отметим, что при $\varphi = \pi/2$ и $\varphi = 3\pi/2$ образующие не пересекаются, они параллельны.

При построении в Mathcad ленты Мёбиуса для значений $R \leq 2$ при заданных по умолчанию параметрах λ , изображение ленты Мёбиуса становится самопересекающимся (рисунок 2, г).

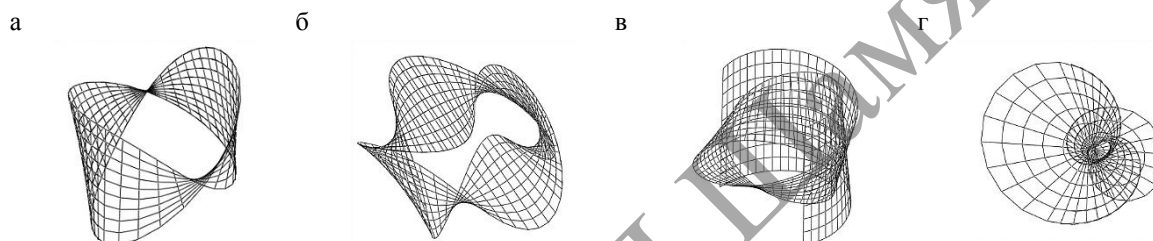


Рисунок 2. – Лента Мёбиуса при $n = 1$ (а), $1/2$ (б), 3 (в) и при $n = 2$ и $R = 1$

Для более наглядного отображения результатов анализа в Mathcad были сделаны анимационные ролики, показывающие, как меняется вид поверхности при различных значениях R и n .

В настоящей работе показано, что в программе Mathcad с помощью графических функций можно проводить исследования изображений ленты Мёбиуса, построенных на основе параметрических уравнений.

ЛИТЕРАТУРА

Таллер, А. Сюрпризы ленты Мёбиуса / А. Таллер // Квант. – 1978. – № 4. – С. 28–31.

Е. И. ГАЦКЕВИЧ, Т. С. ЯКУБОВИЧ

БНТУ (г. Минск, Беларусь)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ПЛЁНКА – ПОДЛОЖКА В MATHCAD

В настоящей работе проведено математическое моделирование оптических свойств системы плёнка – подложка. Подобного рода системы широко используются в оптических приборах, например, при создании просветляющих фильтров [1]. При разработке и использовании тонкоплёночных покрытий часто возникает необходимость в прогнозировании их оптических свойств. Настоящая работа посвящена моделированию отражательной способности системы тонкая плёнка – подложка. При моделировании оптических свойств использовались формулы Френеля [2]. Расчёт проводился в программе Mathcad. Проанализированы оптические свойства системы в зависимости от показателей преломления плёнки и подложки.

Рассмотрим плоскую волну с длиной волны λ , падающую на систему плёнка – подложка под некоторым углом θ_1 . Будем считать, что подложка имеет достаточно большую толщину, чтобы можно было её считать бесконечной. Будем рассматривать диэлектрические плёнки на диэлектрических подложках. Согласно [2], отражательную способность указанной системы можно определить по формуле:

$$R = (|r|)^2, \quad (1)$$

где

$$r = \frac{r_{12} + r_{23}e^{2i\beta}}{1 + r_{12}r_{23}e^{2i\beta}}, \quad (2)$$

Индексы «1», «2» и «3» относятся соответственно к воздуху, плёнке и подложке, $\beta = 2\pi\lambda\cos(\theta_2)$, θ_2 – угол преломления в плёнке.

Здесь

$$r_{ij} = \frac{p_i - p_j}{p_i + p_j}, \quad (3)$$

причём $p_i = n_i \cos(\theta_i)$. Углы θ_2 и θ_3 определяются из закона преломления, n_i – показатель преломления i -го слоя.

По приведенным выше формулам в программе Mathcad разработан алгоритм для анализа оптических свойств системы.

На рисунке 1 приведены расчётные данные по зависимости отражательной способности системы плёнка – подложка от оптической толщины плёнки, нормированной на длину волны падающего излучения, $h_0 = n_2 h / \lambda$, при различных углах падения θ_1 , показатели преломления $n_2 = 2$ и $n_3 = 1.5$.

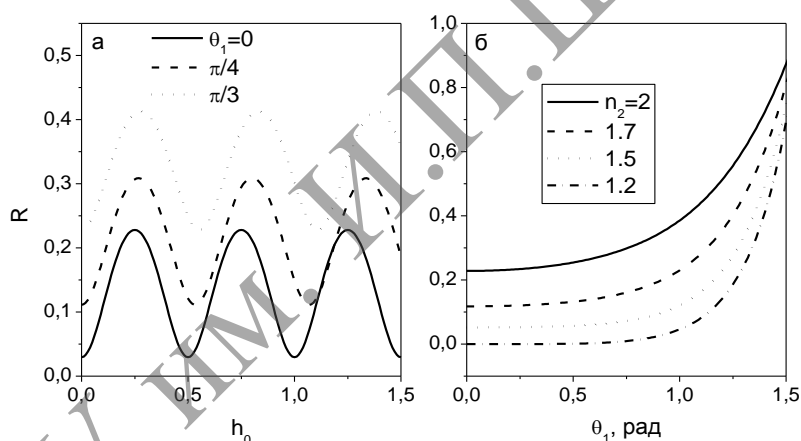


Рисунок 1. — Зависимости R от нормированной оптической толщины плёнки при указанных углах падения (а) и зависимость R от угла падения при указанных значениях показателя преломления плёнки (б)

Из приведенных зависимостей следует, что с увеличением угла падения θ_1 кривые $R(h_0)$ сдвигаются вверх и вправо. То есть абсолютное значение отражательной способности возрастает при увеличении угла падения (рисунок 1, а). Зависимости значения R при четвертьволновой толщине плёнки от угла падения являются нелинейными и при малых значениях угла возрастание R выражено слабее (рисунок 1, б).

Также было исследовано влияние показателя преломления плёнки на зависимости R от h_0 (рисунок 2, а). При $\theta_1=0$ для $n_2 > n_3$ максимум отражательной способности приходится на $h_0 = (2k + 1)/4$, где $k=0,1,2,\dots$, при $n_2 < n_3$ при этих толщинах плёнки наблюдаются минимумы. При $\theta_1=\pi/6$ максимумы и минимумы сдвигаются вправо (рисунок 2, а). При больших углах этот сдвиг ещё более значительный.

Нами было исследовано влияние показателя преломления плёнки на значение отражательной способности при фиксированной толщине плёнки ($h_0 = 0.25$) для различных параметров подложки (рисунок 2, б). Характер зависимости нелинейный. Для $n_2 > n_3$ на зависимостях имеется минимум. При значениях показателя преломления $n_2 > 1.5$ значения R увеличиваются с ростом n_2 .

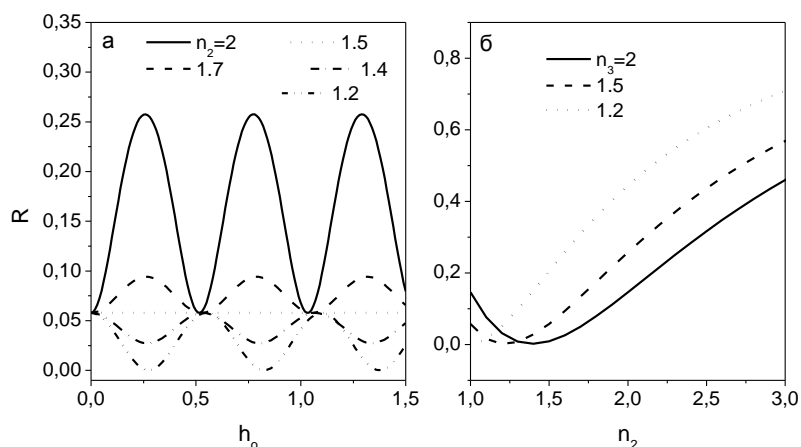


Рисунок 2. – Зависимости R от нормированной оптической толщины пленки при указанных значениях n_2 (а) и зависимость $R(n_2)$ при указанных значениях n_3 (б). Угол падения $\theta_1 = \pi/6$

Аналогичные исследования были проведены для зависимости R от показателя преломления подложки. Исследования показали, что при фиксированной толщине плёнки ($h_0=0.25$) с ростом n_3 значения R будут уменьшаться при $n_2 > 1.6$, при меньших значениях на кривых R будет иметь место минимум.

Данную модель расчёта можно распространить и на поглощающие плёнку и подложку, если заменить показатель преломления на комплексный показатель преломления $n^*=(n-ik)$, где k – показатель поглощения.

Разработаны алгоритмы, позволяющие рассчитывать отражательную способность системы диэлектрическая пленка – подложка. Исследованы зависимости отражательной способности системы от угла падения световой волны, толщины плёнки, а также показателей преломления плёнки и подложки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путилин, Э. С. Оптические покрытия / Э. С. Путилин. – СПб : СПбГУ ИТМО, 2010. – 227 с.
2. Борн, М. Основы оптики. Учебное пособие / М. Борн, Э. Вольф. – М. : Наука, 1973. – 721 с.

А. А. ГРИГОРЬЕВ

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ В СРЕДЕ MAPLE

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

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

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

В качестве примеров использования дифракции можно назвать электронографию и рентгеноструктурный анализ, которые позволяют определить атомное строение исследуемого вещества. Одним из перспективных современных направлений высокоэффективного анализа эритроцитов является лазерная дифрактометрия – методика, позволяющая оценивать качественные и количественные свойства малых частиц по анализу дифракционной картины [1].

Рассмотрим, как в среде Maple можно построить физическую модель явления дифракции Френеля на диске. При моделировании дифракции возникает серьёзная проблема по вычислению математических выражений большой сложности, решение которых требует затрат времени. В данной работе была использована система компьютерной алгебры Maple для оптимизации расчётов. Здесь существенно расширены возможности решения физических задач, ранее не доступных вследствие сложности математического аппарата. Преимущества Maple не ограничиваются только расчётами, здесь можно построить необходимые графики и сделать исследуемое физическое явление более наглядным.

Разместим источник света S , от которого идёт сферическая волна, на расстоянии a от непрозрачного диска, как модели эритроцита. Исследуем результат дифракции в точке M , расположенной на экране на расстоянии b от диска.

Принцип Гюйгенса-Френеля позволяет заменить источник S на множество вторичных источников, лежащих на фронте волны, идущей из S . Для упрощения вычислений разобьём вторичную поверхность на зоны, расстояние от границ которых до точки M отличается на половину длины волны. Таким образом, колебания, возбуждаемые соседними зонами, будут противоположны по фазе и взаимно ослабляют друг друга.

Разобьём поверхность зоны на элементарные площадки ds . Для этого введём α – угол определяющий положение площадки в горизонтальной плоскости, который отсчитывается от оси Ox вправо.

$$ds = \frac{ab\lambda_0}{2(a+b)} d\alpha \quad (1)$$

Запишем формулу расстояния от элементарной площадки до рассматриваемой точки на плоскости с координатами:

$$R_m(\alpha) = \sqrt{\left(b + \lambda_0 \frac{m}{2}\right)^2 - r_m^2 + (x - r_m \cos(\alpha))^2 + (y - r_m \sin(\alpha))^2} \quad (2)$$

Определим действие m -ой зоны Френеля на рассматриваемую точку.

$$A_m = \int_0^{2\pi} A_0 \cos(kR_m(\alpha)) \frac{ab\lambda_0}{2(a+b)} d\alpha \quad (3)$$

Ввиду высокой сложности поиска аналитического решения, для нахождения приближённого значения воспользуемся методом трапеций.

$$A_m = A_0 \frac{\pi ab \lambda_0}{n(a+b)} \left[\sum_{j=1}^{n-1} \cos\left(kR_m\left(\frac{2\pi j}{n}\right)\right) + \cos(kR_m(0)) \right] \quad (4)$$

Пусть диском закрыты 4 первых зон Френеля, тогда обозначим интенсивность в рассматриваемой точке как квадрат суммы N первых A_m :

$$I = \left(\sum_{i=1}^N A_i \right)^2 \quad (5)$$

Для визуализации полученных данных воспользуемся такими возможностями среды Maple, как построение графиков плотности функции, в которых при меньших значениях функции в точке, изображение точки становится темнее [2]. Тогда интенсивность в точке на экране в случае пяти зон, открытых после диска, представляется в следующем виде (рисунок 1).

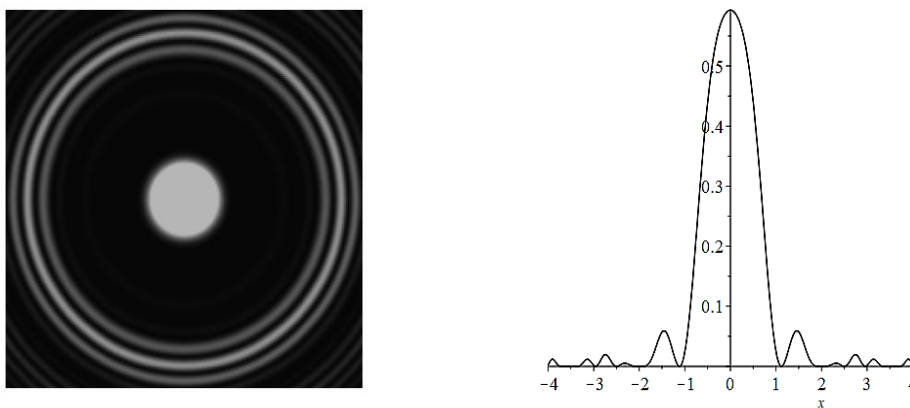


Рисунок 1. – Дифракция на диске при пяти закрытых зонах Френеля

С точки зрения геометрической оптики в центре дифракционной картины от диска находится тень, однако независимо от размеров диска в этой области наблюдается светлое пятно. Этот парадоксальный на первый взгляд результат исторически послужил экспериментальным доказательством волновой теории света.

В ходе работы была построена численная модель процесса дифракции сферической волны на круглом отверстии и на диске.

Интерес представляет собой визуализация результатов моделирования дифракции при различном количестве зон. На основе модели в среде Maple были построены графики плотности функции интенсивности, которые призваны схематически отображать дифракционные картины, возникающие при заданных условиях. При дифракции на диске в центре геометрической тени наблюдается яркое пятно. Построенная модель позволяет изменять число зон Френеля, которые помещаются в отверстие и такие параметры системы, как расстояния между экранами и длину волны.

Наблюдается совпадение результатов численного моделирования дифракционных процессов с визуальными образами, полученными опытным путём. Это позволяет говорить о хорошем согласовании результатов работы с экспериментальными данными. Результаты данной работы являются легко воспроизводимыми вследствие доступности среды Maple.

В связи с продолжением исследований в направлении разработки и изучения новых применений элементов дифракционной оптики, данная модель может быть дополнена и применена в дальнейших научных изысканиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин, С. Ю. Связь видности дифракционной картины с дисперсией размеров частиц в эктацитометре / С. Ю. Никитин [и др.] // Квантовая электроника. – 2011. – Т. 41, № 9. – С. 843–846.
2. Матросов, А. В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики / А. В. Матросов. – СПб. : ВHV-Санкт-Петербург, 2001. – 229 с.

В. В. ДАВЫДОВСКАЯ, И. А. ЕФИМЧИК

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

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В SIMULINK MATLAB

При моделировании реальных систем с использованием различных современных интегрированных пакетов, как правило, исследуется динамическая система, которая представляет собой объект или процесс, для которого однозначно определено понятие состояния как совокупности некоторых величин в некоторый момент времени и задан закон, описывающий эволюцию начального состояния с течением времени.

Способы описания динамических систем для задания закона эволюции могут быть различными, например, с помощью дифференциальных уравнений, дискретных отображений и т. д.

В данной работе рассмотрим два подхода к моделированию динамических систем: в первом подходе будет использоваться непосредственное решение дифференциального уравнения, описывающего состояние динамической системы, а во втором – визуальное создание модели системы.

В настоящее время пользователям предложено огромное разнообразие средств анализа и моделирования различных процессов и явлений, одним из самых популярных является MATLAB System Identification Toolbox и его пакет Simulink – главный пакет расширения системы MATLAB, реализующий имитационное блочное визуальное ориентированное моделирование систем и устройств, как самого общего, так и конкретного назначения [1].

Модели в Simulink создаются по технологии Drag-and-Drop (перетяни и оставь) из отдельных блоков (модулей). Сами блоки хранятся в библиотеках программного модуля Simulink, которые имеют иерархическую структуру и могут расширяться пользователем за счет разработки собственных блоков [1].

В качестве исследуемого процесса выберем вынужденные колебания в последовательном RLC-контуре.

Чтобы вызвать вынужденные колебания в RLC-контуре, соединенном последовательно с источником тока, нужно оказывать на систему внешнее периодически изменяющееся воздействие. В случае электрических колебаний это можно осуществить, если включить последовательно с элементами контура переменную ЭДС или, разорвав контур, подать на образовавшиеся контакты переменное напряжение [2].

$$U = U_m \cos \omega t \quad (1)$$

Дифференциальное уравнение, описывающее такие колебания, может быть записано в следующем виде:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + 2\beta \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = \frac{U_m}{L} \cos \omega t, \quad (2)$$

где $\beta = \frac{R}{2L}$, $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$.

Для модели будем использовать следующие параметры: $R=0,001$ Ом, $L=0,01$ Гн, $C=0,001$ Ф, амплитуда внешнего переменного напряжения $U_m=50$ В, его частота $\omega=500$ рад/с, время наблюдения $t=0,1$ сек.

В Simulink существует возможность создания моделей динамических систем через решение дифференциальных уравнений, описывающих их эволюцию. Составим модель в Simulink для численного решения данного уравнения с использованием блоков из библиотеки Commonly Used Blocks [2].

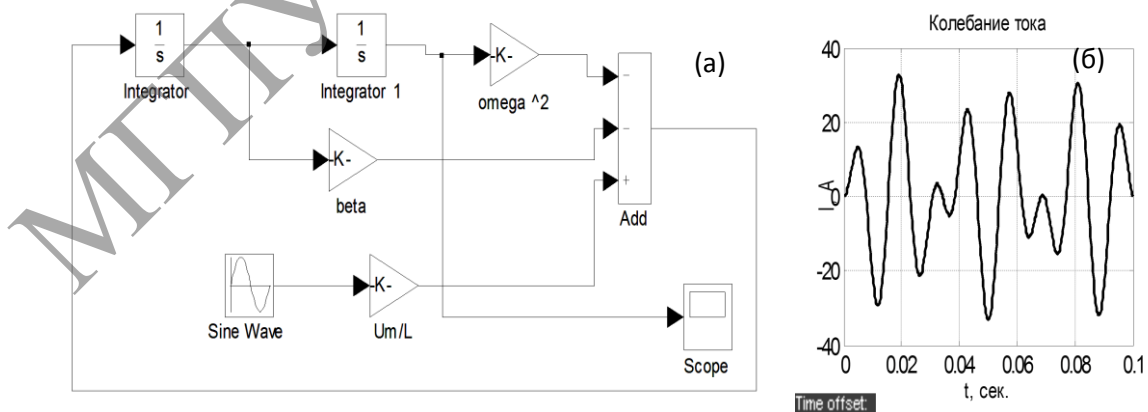


Рисунок 1. – Модель в Simulink для решения дифференциального уравнения, описывающего вынужденные колебания в последовательном RLC-контуре (а); колебания тока, происходящие в контуре (б)

Во втором подходе создадим интерактивную схему RLC-контура из основных блоков, которые содержатся в библиотеках программного модуля Simulink таких, как источник напряжения, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности и т. д.

Разработанная модель позволяет наблюдать изменение напряжения на каждом элементе RLC-контура (рисунок 2, элементы Scope 1-Scope 3), а также изменение тока в цепи (рисунок 2, элемент Scope). Следует отметить, что график, демонстрирующий колебания тока в контуре, будет аналогичен (рисунок 1 (б)).

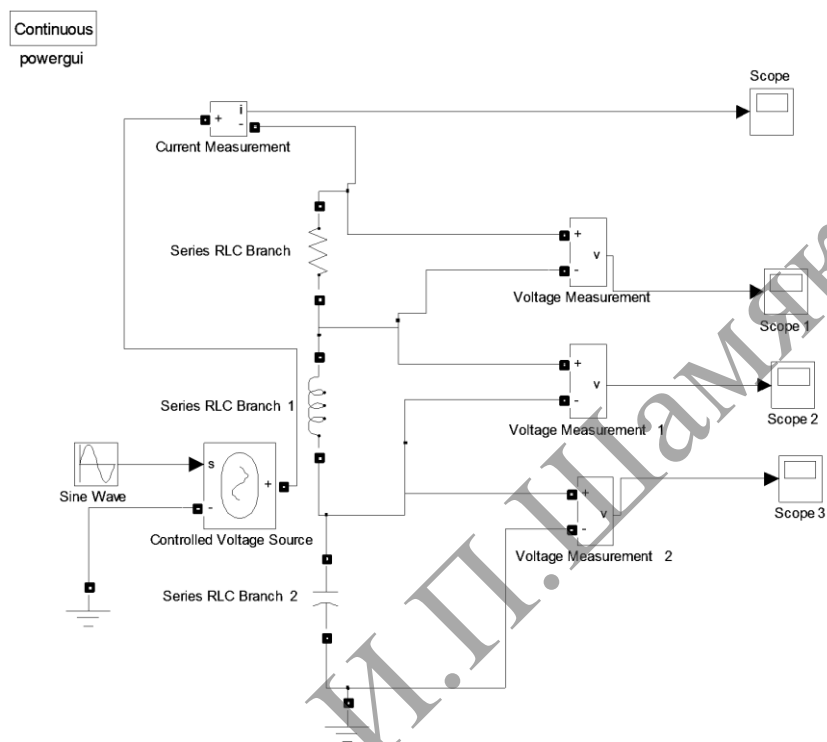


Рисунок 2. – Модель в Simulink для наблюдения вынужденных колебаний в последовательном RLC-контуре

Таким образом, Simulink является одним из наиболее универсальных средств моделирования процессов, систем и явлений, это в первую очередь обусловлено разнообразием задач, решаемых в данном пакете, возможностью интеграции в схемы программируемых блоков, а также визуальным представлением, которое дает возможность значительно упростить процесс создания модели, что в целом позволяет добиваться результатов гораздо быстрее, чем при использовании языка MATLAB в чистом виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов, В. П. Simulink. Самоучитель / В. П. Дьяконов. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 784 с.
2. Черных, И. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И. Черных. – М. : ИД Питер, 2007. – 288 с.

А. Д. КОРАЛЬКОВ

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Компьютерные модели играют большую роль при обучении физике. Они формируют накопленные ранее предварительные представления о физических явлениях, которые к началу изучения физики не у всех бывают правильными.

На протяжении всего курса физики эти модели пополняют и расширяют кругозор учащихся. Они зарождают правильные начальные представления о новых физических явлениях и процессах, раскрывают закономерности и знакомят с методами исследования. Демонстрация моделей развивает внимание и память учащихся при изучении различных явлений и закономерностей.

Также компьютерные модели могут быть исходным элементом для объяснения темы, иллюстрировать и сопровождать рассказ, беседу, объяснение и лекцию учителя; подтверждать изложенное. Модели физических явлений используются также для постановки экспериментальных задач и (в редких случаях) – при опросе учащихся и повторении пройденного материала.

Модель – это представление объектов (предметов, явлений или процессов) реального или вымышленного мира и их свойств.

Как правило, модель обладает не всеми свойствами объекта, а лишь теми, которые нужны для исследования объекта. Например, модель самолета отличается от реального объекта размерами и может отличаться подробностью детализации.

Нами были разработаны модели двух задач, взятых из книги Джирла Уокера «Физический фейерверк»: задача о столкновении шаров и изучение колебаний доски на двух вращающихся цилиндрах [1].

Условие задачи о столкновении шаров в формулировке: «Если маленький мячик из очень упругой резины бросить на пол вместе с мячом побольше так, как показано на рисунке 1 а, то после того, как мячи ударятся о пол, маленький мячик подпрыгнет в воздух. Можно так подобрать массу маленького мячика, что большой мяч останется на полу, а маленький подскочит на высоту, почти в девять раз большую той, с которой его бросали».

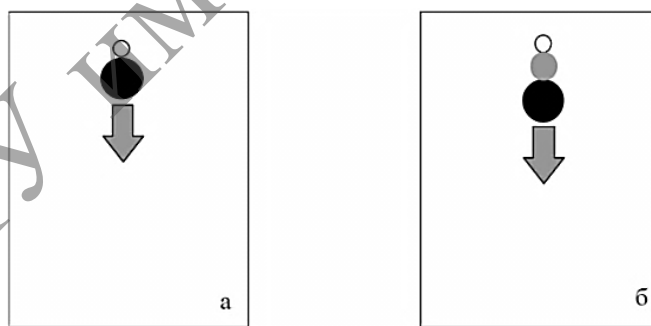


Рисунок 1. – Взаимное положение одновременно брошенных мячей

Условие задачи «Изучение колебаний доски на двух вращающихся цилиндрах»: доска массой m помещена на два быстро вращающихся цилиндра, находящиеся на расстоянии $2b$ друг от друга (рисунок 2 а). Коэффициент трения между цилиндрами и доской μ . Предположим, что доска лежит на цилиндрах симметрично, то есть центр ее масс находится посередине между цилиндрами. Найти условия вращения цилиндров, при которых доска будет совершать гармонические колебания в горизонтальной плоскости, найти период этих колебаний [2].

Модели были разработаны с использованием библиотеки Pygame, языка программирования Python.

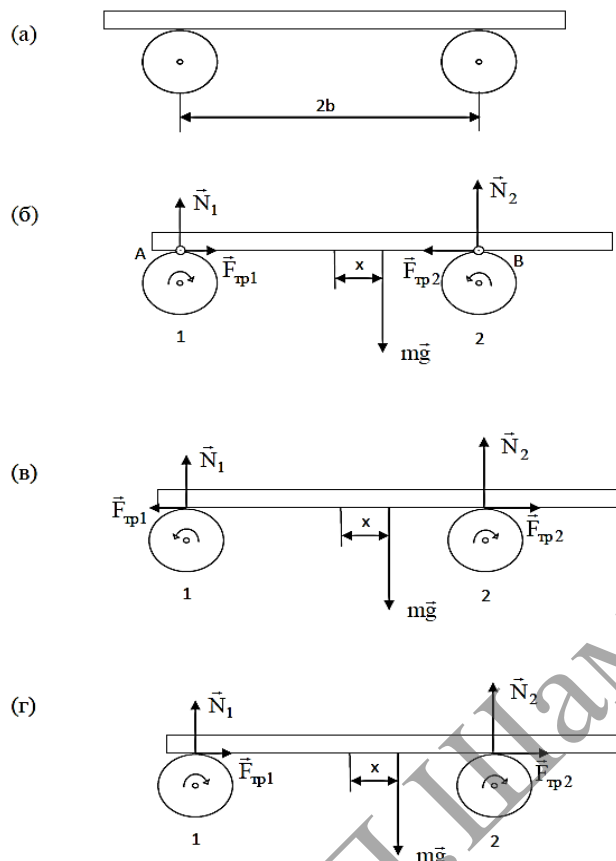


Рисунок 2. – Доска на вращающихся цилиндрах

ЛИТЕРАТУРА

1. Уокер, Дж. Физический фейерверк / Дж. Уокер ; под ред. И. Ш. Слободецкого. – 2-е изд. – М. : Мир, 1988. – 298 с.
2. Буховцев, Б. Задача Жуковского / Б. Буховцев // Квант. – 1977. – № 1. – С. 34–35.

А. В. МАКАРЕВИЧ

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЕТА ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ФУТБОЛЬНОГО МЯЧА

Одним из наиболее зрелищных футбольных ударов является так называемый удар «сухой лист», при котором подкрученный мяч под действием поперечной силы Магнуса, двигаясь по изогнутой траектории, может эффектно поражать ворота соперника. Рассмотрим возможность компьютерного моделирования такого удара.

Выберем рабочую систему координат $Oxuz$, в начало которой поместим мяч (рисунок 1, а) и будем считать, что его вращение происходит вокруг оси AA' , параллельной Oz , с угловой скоростью $\vec{\omega}$. Направление вектора скорости мяча \vec{v} зададим углами α и β .

При движении на мяч будут действовать сила тяжести $m\vec{g}$, сила лобового сопротивления \vec{F}_c , направленная противоположно вектору скорости \vec{v} , и сила Магнуса \vec{F}_M . При этом $\vec{F}_M \perp AA' \perp \vec{u}$, где \vec{u} – вектор скорости потока среды, набегающего на мяч перпендикулярно оси его вращения. Именно этот поток и обуславливает возникновение силы Магнуса [1]. С учетом того, что $AA' \parallel Oz$, но $\vec{F}_M \perp AA'$, то и $\vec{F}_M \perp Oz$.

Также для простоты восприятия последующих математических выкладок на рисунке 1, б дополнительно показаны ортогональные составляющие векторов \vec{v} , \vec{F}_c и \vec{F}_M по плоскости Oxy . Здесь $\vec{F}_{cOxy} = \vec{F}_c \cos \alpha$, $\vec{F}_{MOxy} = \vec{F}_M \cos \theta = \vec{F}_M$, $\vec{v}_{Oxy} = \vec{v} \cos \alpha$, причем $\vec{v}_{Oxy} = -\vec{u}$.

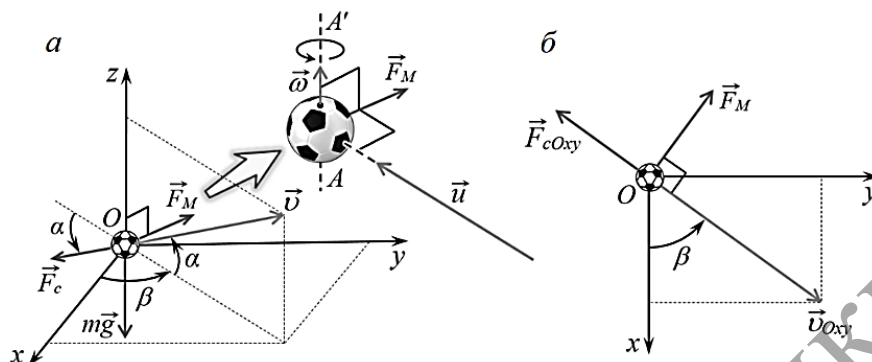


Рисунок 1. – Рабочая система координат для моделирования полета вращающегося футбольного мяча

При моделировании полета мяча будем пренебрегать изменением плотности и вязкости воздуха с высотой.

Второй закон Ньютона в рассматриваемом случае будет иметь вид

$$\vec{F}_c + \vec{F}_M + m\vec{g} = m\vec{a}. \quad (1)$$

Проецируя с использованием рисунков 1, а и 1, б векторное уравнение (1) на координатные оси, получим

$$Ox: -F_c \cos \alpha \cos \beta - F_M \sin \beta = ma_x, \quad (2)$$

$$Oy: -F_c \cos \alpha \sin \beta + F_M \cos \beta = ma_y, \quad (3)$$

$$Oz: -F_c \sin \alpha - mg = ma_z. \quad (4)$$

Из рисунка 1 также будем иметь

$$\sin \alpha = \frac{v_z}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}}, \quad (5)$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}}, \quad (6)$$

$$\sin \beta = \frac{v_y}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}, \quad (7)$$

$$\cos \beta = \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}. \quad (8)$$

Поскольку очевидно, что обтекание мяча потоком набегающего воздуха будет не ламинарным, а турбулентным, то для расчета силы сопротивления воспользуемся известной формулой (см, например, [2]), которая в рамках рассматриваемой задачи может быть преобразована следующим образом

$$F_c = \frac{1}{2} C_d \rho_0 S v^2 = \frac{1}{2} C_d \rho_0 S (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2). \quad (9)$$

Здесь C_d – коэффициент лобового сопротивления мяча; ρ_0 – плотность воздуха; $S = \pi r^2$ – характерная площадь мяча.

Для расчета величины силы Магнуса, действующей на вращающийся мяч, можно воспользоваться следующей формулой [3]

$$F_M = \frac{1}{2} k \rho_0 S \omega^2. \quad (10)$$

Здесь k – безразмерный коэффициент подъемной силы, определяемый опытным путем и зависящий от угловой скорости вращения мяча $\vec{\omega}$ и скорости набегающего на него потока среды \vec{u} .

При рассмотрении непосредственно футбольного мяча или тела шарообразной формы коэффициент k обычно выбирают в пределах от 0.4 до 0.6, пренебрегая уменьшением значения ω при полете (в формуле (10) нет зависимости F_M от ω). Действительно, из анализа наблюдений за полетом крученого футбольного мяча (в настоящее время имеется огромное количество таких видеозаписей) можно сделать вывод, что величина его угловой скорости изменяется слабо или даже совсем незаметно. Однако в рамках рассматриваемой модели учтем возможное уменьшение k за счет уменьшения ω путем

введения в формуле (10) дополнительного феноменологического множителя $e^{-\gamma t}$, где γ – некоторый относительно малый коэффициент затухания угловой скорости мяча. Учитывая это дополнение и то,

что в рамках рассматриваемой задачи $u = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, формула (10) может быть переписана в виде

$$F_M = \frac{1}{2} k \rho_0 S (v_x^2 + v_y^2) e^{-\gamma t}. \quad (11)$$

Подставляя (5)–(9) и (11) в (2)–(4) и выполнив некоторые математические преобразования, получим следующую систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{\rho_0 \pi r^2}{2m} \left(C_d v_x \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} + k v_y e^{-\gamma t} \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \right), \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{\rho_0 \pi r^2}{2m} \left(C_d v_y \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} - k v_x e^{-\gamma t} \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \right), \\ \frac{d^2 z}{dt^2} = -\frac{\rho_0 \pi r^2}{2m} C_d v_z \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} - g. \end{cases} \quad (12)$$

Исходя из рисунка 1, а, начальные условия запишутся в виде

$$\begin{aligned} v_x(0) = v_0 \cos \alpha \cos \beta, \quad v_y(0) = v_0 \cos \alpha \sin \beta, \quad v_z(0) = v_0 \sin \alpha, \\ x(0) = 0, \quad y(0) = 0, \quad z(0) = 0. \end{aligned}$$

При моделировании использовались значения плотности воздуха $\rho_0 = 1.204 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и ускорения свободного падения $g = 9.81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, а также стандартные параметры футбольного мяча размера 5: длина окружности $L = 0.7 \text{ м}$ ($r = 0.11 \text{ м}$), масса $m = 0.45 \text{ кг}$. Коэффициенты C_d и k для тела сферической формы выбирались равными 0.5 и 0.6 соответственно, начальная скорость мяча $v_0 = 35 \text{ м/с}$, углы $\alpha = 40^\circ$ и $\beta = 27^\circ$, а значение $\gamma = 0.05 \text{ с}^{-1}$, которое соответствовало затуханию угловой скорости мяча за время полета примерно на 15%.

Результаты компьютерного моделирования приведены на рисунке 2, на котором показаны положения мяча через промежутки времени $\Delta t = 0.3 \text{ с}$, траектория его полета и проекция траектории на плоскость Oxy (футбольное поле).

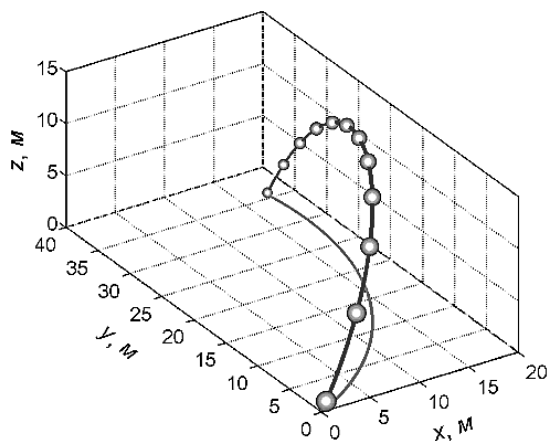


Рисунок 2. – Смоделированная траектория полета крученого футбольного мяча

Как видно из представленного рисунка, эффект Магнуса может приводить к существенному отклонению вращающегося тела от первоначального направления движения. Следовательно, он должен приниматься во внимание во всех видах спорта, в которых возможно использование крученых (резаных) ударов мячей, шаров и т. п., при этом траектории движения таких тел могут быть предсказаны с использованием подобных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прандтль, Л. Эффект Магнуса и ветряной корабль / Л. Прандтль // УФН. – 1925 – Т. 5, № 1–2. – С. 1–27.
2. Алешкевич, В. А. Механика сплошных сред. Лекции / В. А. Алешкевич, Л. Г. Деденко, В. А. Караваев ; под ред. В. А. Алешкевича. – М. : изд-во Физического факультета МГУ, 1998. – 92 с.
3. Локтев, В. И. Механика и техника «сухого листа» / В. И. Локтев, С. М. Агушев // Молодой ученый. – 2013. – № 2 (49). – С. 4–9.

Г. Л. МУРАВЬЕВ, В. И. ХВЕЩУК, С. В. МУХОВ
УО БРГТУ (Брест, Беларусь)

ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ

Широко применяемый инструментарий инженерной практики (для анализа, прогнозирования, синтеза систем) – моделирование, особенно с использованием моделей динамического уровня. Эти модели, применяющие принцип статистических испытаний, включая имитационные модели, отображают систему набором взаимосвязанных случайных процессов, что предполагает владение знаниями и навыками программной имитации случайных объектов с заданными вероятностными характеристиками и способами их оценки. Известны готовые средства (библиотеки языков программирования, инструменты офисных пакетов, систем моделирования и др.). Но есть потребность в эффективных инструментах обучения, специально интегрированных в комплекс на базе единой технологии обучения [1].

Рассматриваемые здесь средства предназначены для компьютерной поддержки типовых функций работы со случайными объектами в ходе обучения, контроля результатов по применению приобретенных навыков и знаний для организации моделирования. Это предусматривает также построение гипотетических моделей по данным функционирования систем; подготовку данных для параметризации моделей; оценку адекватности моделей и т. д. Используемый теоретический аппарат: методы имитационного моделирования дискретных систем [2]; объектно-ориентированный подход для разработки и реализации системы.

Комплекс обеспечивает изучение методов: программного получения квазиравномерных чисел, оценки их качества (независимости, стохастичности и т. д.); генерации случайных величин с заданными законами распределения (аналитическими либо табличными аналогами функции плотности, распределения; интервальными рядами; выборками); генерации случайных процессов; оценки характеристик генерируемых выборок, проверки гипотез и т. д. В основу поддержки изучения указанных процессов и построения соответствующей системы как единого комплекса связанных инструментов положен модульный подход (состав системы упрощенно показан на рисунке 1). Система реализована как оконное приложение с набором дочерних окон (вкладок). Пользователь через элементы управления главного окна определяет тип случайного объекта (квазиравномерные числа, случайные величины и т. д.) и, используя вкладки, задает параметры объектов, генерирует соответствующие выборки и выполняет анализ их характеристик. Возможен анализ выборок, полученных средствами обучаемого и представленных файлами. Обеспечивается сохранение и загрузка данных. Функционирование модулей, получаемые результаты визуализируются (на рисунке 2 иллюстрируется поведение доверительного интервала оценки математического ожидания анализируемой выборки при изменении ее размера).

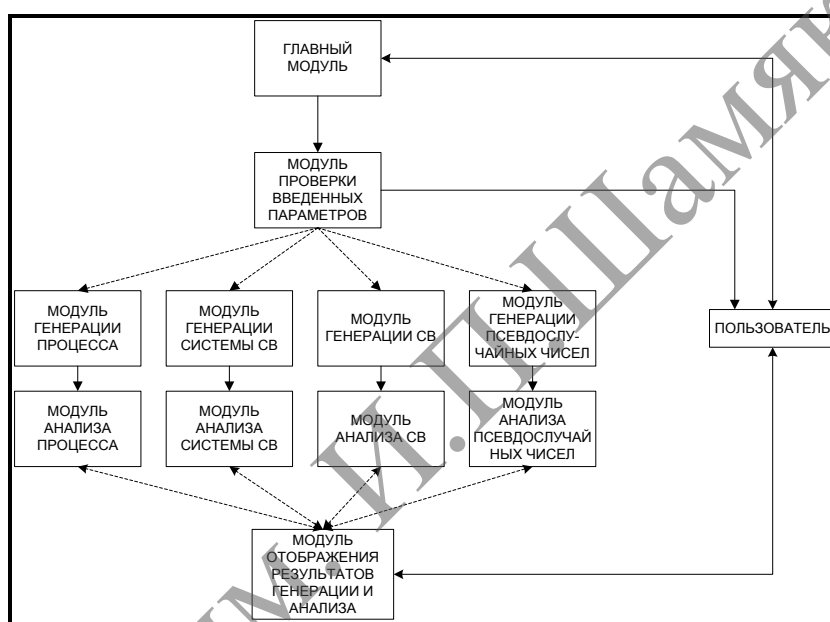


Рисунок 1. – Схема работы системы

Рассмотрена возможность обеспечения многовариантных режимов использования системы – от применения ее как набора автономных, не связанных инструментов для “ручного” использования до автоматической поддержки выбранных сценариев обучения, тестирования, реализуемых в режиме “конструктора” путем коммутации соответствующей технологической цепочки из элементов системы. В том числе, с возможностью подмены готовых (библиотечных) средств аналогичными по функциональности средствами обучаемого с поддержкой заданного интерфейса.

С участием магистрантов БрГТУ Е. В. Слинко, А. А. Скарубо проведено макетирование и тестирование проектных решений, реализованных модулей [3] средствами Microsoft Visual Studio на языке C#. Рассмотрен ряд вариантов системы. Для повышения мобильности рабочий вариант реализован на языке C++ кросс-платформенного инструментария Qt. Это же обеспечило расширяемость возможностей системы путем динамического подключения к ней новых независимо компилируемых модулей.

Основные результаты: методическое обеспечение комплекса (методические указания к выполнению лабораторных работ, электронное пособие по анализу и генерации случайных объектов); программные средства, спроектированные в виде единого комплекса; библиотека готовых методов, классов; опыт апробации комплекса в процессе преподавания соответствующих дисциплин в вузе.

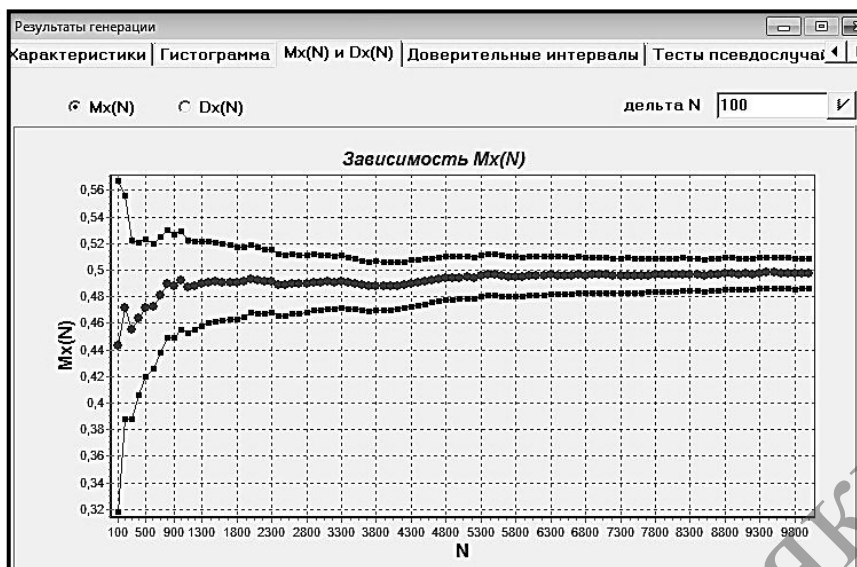


Рисунок 2. – Фрагмент оконного интерфейса

Комплекс позволяет активизировать обучение, внести в обучение элементы исследования за счет более полного охвата учебного материала, применения информационных технологий, автоматизации процессов, повышения визуализации и наглядности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муравьев, Г. Л. О проблемах обучения моделированию и автоматизации процесса обучения / Г. Л. Муравьев, С. В. Мухов, В. И. Хвещук // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы X Междунар. научно-практ. конф., Мозырь, 27–30 марта 2018. – С. 46–48.
2. Кельтон, В. Имитационное моделирование. Классика CS / В. Кельтон, А. Лоу. – СПб. : Питер, 2004. – 630 с.
3. Слинко, Е. В. О построении системы средств для целей обучения конструированию динамических моделей / Е. В. Слинко, А. О. Скарубо // Современные проблемы математики и вычислительной техники : материалы 11 РНК молодых ученых и студентов, Брест, БрГТУ, 21–22 нояб. 2019. – С. 62–63.

Е. М. ОВСИЮК, А. Д. КОРАЛЬКОВ, А. П. САФРОНОВ, Д. С. БЛОЦКАЯ
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ЧАСТИЦА СО СПИНОМ 1/2 И ДВУМЯ МАССОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ВО ВНЕШНЕМ КУЛОНОВСКОМ ПОЛЕ

В работах [1–2] была развита релятивистская модель для поля со спином 1/2 и двумя массовыми параметрами. Было показано, что в отсутствие внешних полей уравнение для фермиона $S=1/2$ и массовыми состояниями M_1, M_2 распадается на два несвязанных уравнения Дирака. В присутствии внешних электромагнитных полей возникает сложное уравнение, в котором происходит смешивание двух биспинорных компонент. Во внешнем кулоновском поле система уравнений имеет вид

$$\begin{cases} \left[\gamma^0 \left(i\partial_t - \frac{\alpha}{r} \right) + i\gamma^3 \partial_r + \frac{1}{r} \Sigma_{\theta\phi} - M_1 + i \frac{\beta_1}{r^2} \gamma^0 \gamma^3 \right] \Psi_1 - i \frac{\alpha_1}{r^2} \gamma^0 \gamma^3 \Psi_2 = 0, \\ \left[\gamma^0 \left(i\partial_t - \frac{\alpha}{r} \right) + i\gamma^3 \partial_r + \frac{1}{r} \Sigma_{\theta\phi} - M_2 - i \frac{\alpha_2}{r^2} \gamma^0 \gamma^3 \right] \Psi_2 + i \frac{\beta_2}{r^2} \gamma^0 \gamma^3 \Psi_1 = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где выделен зависящий от угловых переменных оператор

$$\Sigma_{\theta,\phi} = i\gamma^1 \partial_\theta + \gamma^2 \frac{i\partial_\phi + i\sigma^{12} \cos \theta}{\sin \theta}.$$

Массовые параметры M_1, M_2 и коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \beta$ параметризуются следующим образом:

$$M_1 = \frac{M}{\lambda_1} = \frac{M/\rho}{(1+\cos\gamma)/2}, \quad M_2 = \frac{M}{\lambda_2} = \frac{M/\rho}{(1-\cos\gamma)/2}, \quad \beta_2 = -\beta_1 = e^2 \frac{2}{3} \frac{\rho \sin^2 \gamma}{M \cos \gamma} = \beta,$$

$$\alpha_1 = e^2 \frac{1}{3} \frac{(1-\cos\gamma)\rho \left(-\cos\gamma \sqrt{12-3\cos^2\gamma} + \cos^2\gamma + 2 \right)}{M \cos\gamma (1+\cos\gamma)},$$

$$\alpha_2 = -e^2 \frac{1}{3} \frac{(1+\cos\gamma)\rho \left(\cos\gamma \sqrt{12-3\cos^2\gamma} + \cos^2\gamma + 2 \right)}{M \cos\gamma (\cos\gamma - 1)}.$$

Подстановка для волновой функции с квантовыми числами ε, j, m имеет вид

$$\Psi_1(x) = \frac{e^{-i\varepsilon t}}{r} \begin{bmatrix} f_1(r)D_{-1/2} \\ f_2(r)D_{+1/2} \\ f_3(r)D_{-1/2} \\ f_4(r)D_{+1/2} \end{bmatrix}, \quad \Psi_2(x) = \frac{e^{-i\varepsilon t}}{r} \begin{bmatrix} g_1(r)D_{-1/2} \\ g_2(r)D_{+1/2} \\ g_3(r)D_{-1/2} \\ g_4(r)D_{+1/2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Уравнения допускают наложение условий, вытекающих из требования диагонализации оператора пространственной четности:

$$f_3 = \delta f_2, \quad f_4 = \delta f_1, \quad \delta = \pm 1, \quad g_3 = \delta g_2, \quad g_4 = \delta g_1, \quad \delta = \pm 1. \quad (3)$$

Далее будем использовать комбинации

$$f = (f_2 + f_1), \quad F = i(f_2 - f_1); \quad g = (g_2 + g_1), \quad G = i(g_2 - g_1). \quad (4)$$

Состояния с разной четностью будем рассматривать по отдельности (используются обозначения $\nu = j + 1/2, j = 1/2, 3/2, \dots$)

$\delta = +1,$

$$\begin{aligned} \left(\frac{d}{dr} - \frac{\nu}{r} - \frac{\beta}{r^2} \right) F - \left(\varepsilon + \frac{\alpha}{r} - M_1 \right) f - \frac{\alpha_1}{r^2} G &= 0, \\ \left(\frac{d}{dr} + \frac{\nu}{r} + \frac{\beta}{r^2} \right) f + \left(\varepsilon + \frac{\alpha}{r} + M_1 \right) F + \frac{\alpha_1}{r^2} g &= 0, \\ \left(\frac{d}{dr} - \frac{\nu}{r} - \frac{\alpha_2}{r^2} \right) G - \left(\varepsilon + \frac{\alpha}{r} - M_2 \right) g + \frac{\beta}{r^2} F &= 0, \\ \left(\frac{d}{dr} + \frac{\nu}{r} + \frac{\alpha_2}{r^2} \right) g + \left(\varepsilon + \frac{\alpha}{r} + M_2 \right) G - \frac{\beta}{r^2} f &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Система уравнений для противоположной четности $\delta = -1$ получается из (5) в результате формальных замен:

$$M_1, M_2, \alpha_1, \alpha_2, \beta \Rightarrow -M_1, -M_2, -\alpha_1, -\alpha_2, -\beta. \quad (6)$$

Отметим, что если рассматривать эти уравнения при достаточно больших r , то пренебрегая слагаемыми, содержащими r^{-2} , из (5) приходим к двум несвязанным подсистемам. Они совпадают с системами уравнений для двух обычных дираковских частиц с массами M_1 и M_2 во внешнем кулоновском поле. Это означает, что достаточно далеко от центра $r=0$ будем наблюдать две несвязанные между собой частицы с различающимися массами. Однако линейные комбинации функций

$$c_1 F(r) + c_2 f(r), \quad c_1 G(r) + c_2 g(r) \quad (7)$$

должны интерпретироваться как описывающие один физический объект в состояниях с разными массами M_1 и M_2 , причем соответственно с вероятностями $|c_1|^2$ и $|c_2|^2$.

Далее для краткости рассматриваем только состояния с четностью $\delta = +1$. Совершим переход к нерелятивистскому описанию, вводя две нерелятивистские энергии

$$\varepsilon = M_1 + E_1, \quad \varepsilon = M_2 + E_2; \quad (8)$$

при этом пренебрежем энергией в сравнении с массой покоя:

$$2M_1 + E_1 + \frac{\alpha}{r} \approx 2M_1, \quad 2M_2 + E_2 + \frac{\alpha}{r} \approx 2M_2. \quad (9)$$

В результате получаем нерелятивистскую систему уравнений для двух функций

$$\begin{aligned} & \frac{d^2 f}{dr^2} + \left[\frac{2M_1 \alpha}{r} - \frac{\nu(\nu+1)}{r^2} - \frac{2\beta(\nu+1)}{r^3} - \frac{\beta^2}{r^4} + \frac{M_1 \alpha_1 \beta}{M_2 r^4} + 2M_1 E_1 \right] f + \\ & + \left(\frac{\alpha_1}{r^2} - \frac{\alpha_1 M_1}{r^2 M_2} \right) \frac{dg}{dr} + \left(-\frac{\nu \alpha_1}{r^3} - \frac{2\alpha_1}{r^3} - \frac{M_1 \alpha_1 \nu}{M_2 r^3} - \frac{\alpha_1 \beta}{r^4} - \frac{\alpha_1 \alpha_2 M_1}{M_2 r^4} \right) g = 0, \end{aligned} \quad (10a)$$

$$\begin{aligned} & \frac{d^2 g}{dr^2} + \left[\frac{2M_2 \alpha}{r} - \frac{\nu(\nu+1)}{r^2} - \frac{2\alpha_2(\nu+1)}{r^3} - \frac{\alpha_2^2}{r^4} + \frac{M_2 \alpha_1 \beta}{M_1 r^4} + 2M_2 E_2 \right] g + \\ & + \left(-\frac{\beta}{r^2} + \frac{\beta M_2}{r^2 M_1} \right) \frac{df}{dr} + \left(\frac{\nu \beta}{r^3} + \frac{2\beta}{r^3} + \frac{M_2 \beta \nu}{M_1 r^3} + \frac{\alpha_2 \beta}{r^4} + \frac{\beta^2 M_2}{M_1 r^4} \right) f = 0. \end{aligned} \quad (10b)$$

Эти системы уравнений симметричны относительно замен:

$$f \Rightarrow g, \quad \beta \Rightarrow \alpha_2, \quad \alpha_1 \Rightarrow -\beta, \quad M_1 \Rightarrow M_2; \quad (11)$$

следовательно, достаточно исследовать уравнения 4-го порядка только для одной функции, например $g(r)$

$$\begin{aligned} & \frac{d^4 g}{dr^4} + \left(\frac{m_1}{r} + \frac{m_2 r^3 + m_3 r^2 + m_4 r + m_5}{P} \right) \frac{d^3 g}{dr^3} + \\ & + \left(n_0 + \frac{n_1}{r} + \frac{n_2}{r^2} + \frac{n_3}{r^3} + \frac{n_4}{r^4} + \frac{n_5 r^3 + n_6 r^2 + n_7 r + n_8}{P} \right) \frac{d^2 g}{dr^2} + \\ & + \left(\frac{p_1}{r} + \frac{p_2}{r^2} + \frac{p_3}{r^3} + \frac{p_4}{r^4} + \frac{p_5 r^3 + p_6 r^2 + p_7 r + p_8}{P} \right) \frac{dg}{dr} + \\ & + \left(q_0 + \frac{q_1}{r} + \frac{q_2}{r^2} + \frac{q_3}{r^3} + \frac{q_4}{r^4} + \frac{q_5}{r^5} + \frac{q_6}{r^6} + \frac{q_7}{r^7} + \frac{q_8}{r^8} + \frac{q_9 r^3 + q_{10} r^2 + q_{11} r + q_{12}}{P} \right) g = 0, \end{aligned} \quad (12)$$

где P – это полином 4-го порядка относительно радиальной переменной.

Решения Фробениуса уравнения (12) строятся на основе подстановки

$$g(r) = e^{Br} r^A e^{C/r} G(r).$$

Индекс B может принимать 4 значения

$$B = -\sqrt{-2M_1 E_1}, \quad +\sqrt{-2M_1 E_1}, \quad -\sqrt{-2M_2 E_2}, \quad +\sqrt{-2M_2 E_2}. \quad (13)$$

Для нахождения индекса C получаем уравнение 4-го порядка с простыми корнями:

$$C^4 + (2\alpha_1 \beta - \beta^2 - \alpha_2^2) C^2 + (\alpha_1 + \alpha_2)^2 \beta^2 = 0 \Rightarrow$$

$$C = \pm \left[\frac{1}{2}(\alpha_2 + \beta) \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\alpha_2 - \beta)^2 - 4\alpha_1 \beta} \right].$$

Индекс A устанавливается из уравнения

$$q_7 + (-m_1 - 4A + 12)C^3 + n_3 C^2 + 2n_4(1 - A)C = 0,$$

где

$$m_1 = 8, \quad n_3 = -2(\alpha_2 + \beta)(\nu + 1), \quad n_4 = 2\alpha_1 \beta - \beta^2 - \alpha_2^2, \quad q_7 = 2(\alpha_1 + \alpha_2)(\alpha_2 + \beta)(\nu + 1)\beta.$$

Возможны 4 варианта:

$$C = -\frac{1}{2}(\alpha_2 + \beta) \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\alpha_2 - \beta)^2 - 4\alpha_1\beta}, \quad A = \nu + 2 > 0.$$

$$C = +\frac{1}{2}(\alpha_2 + \beta) \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\alpha_2 - \beta)^2 - 4\alpha_1\beta}, \quad A = -\nu < 0.$$

Решения для G строим в виде степенных рядов, при этом находим 10-членные рекуррентные соотношения для коэффициентов. Условие трансцендентности решений Фробениуса имеет вид

$$8(M_1 - M_2)^2 \left\{ \left[\alpha(E_1 + E_2)M_1 + \frac{1}{2}B(B\alpha + 2E_2(-5 + k + \nu)) \right] M_2 + \left[\left(\frac{1}{2}B\alpha + E_1(k - 7 + \nu) \right) M_1 + B^2(k + \nu - 6) \right] B \right\} E_1 M_2 = 0,$$

для A использовали выражение $A = \nu + 2 > 0$.

Пусть $B = -\sqrt{-2M_1E_1}$, тогда приходим к спектру

$$E_1 = -\frac{1}{2} \frac{M_1 \alpha^2}{(k - 5 + \nu)^2}; \quad (14)$$

при $B = -\sqrt{-2M_2E_2}$ получаем другой спектр

$$E_2 = -\frac{1}{2} \frac{M_2 \alpha^2}{(k - 7 + \nu)^2}. \quad (15)$$

Спектры энергий для состояний с противоположной четностью имеет похожую структуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Spin 1/2 particle with two mass states, interaction with external fields / V. V. Kisel, V. A. Pletyukhov, V. V. Gilewsky, E. M. Ovsyuk, O.V. Veko, V. M. Red'kov // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2017. – Vol. 20, no. 4. – P. 404–423.
2. Spin 1/2 particle with two masses in magnetic field / E.M. Ovsyuk, O. V. Veko, Ya. A. Voynova, V. V. Kisel, V. Balan, V. M. Red'kov // Applied Sciences. – 2018. – Vol. 20. – P. 148–166.

А. П. САФРОНОВ, Е. М. ОВСИЮК, Д. С. БЛОЦКАЯ
УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

УРАВНЕНИЕ ДИРАКА ДЛЯ P-АСИММЕТРИЧНОЙ ЧАСТИЦЫ В ОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ, ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

В работе [1], исходя из общего формализма Гельфанда – Яглома [2], было выведено P -асимметричное уравнение для частицы со спином 1/2 и аномальным магнитным моментом (предполагается использование тетрадного формализма и возможность неевклидовой структуры пространства–времени [3], [4])

$$\left\{ i\gamma^\alpha(x)(\nabla_\alpha + \Gamma_\alpha(x) + ieA_\alpha(x)) - \frac{4b_1b_3}{iM} \gamma^5 \left[-ieF_{\mu\nu}(x)\sigma^{\mu\nu}(x) + \frac{R(x)}{4} \right] + i\gamma^5 M \right\} \Phi(x) = 0,$$

где $\sigma^{ab} = \frac{1}{4}(\gamma^a\gamma^b - \gamma^b\gamma^a)$; b_1, b_3 – внутренние параметры модели, они определяют величину аномального магнитного момента и в принципе могут быть любыми. Присутствие в уравнении матрицы γ^5 указывает на неинвариантность уравнения относительно пространственного отражения. В принципе, можно построить и более сложное уравнение, в котором присутствуют оба сектора: P -инвариантный

и P -неинвариантный. В настоящей работе будут найдены решения уравнения в присутствии внешнего однородного магнитного поля, при этом для простоты аномальный магнитный момент не учитывается, такая задача будет рассмотрена в отдельной работе.

Векторный потенциал магнитного поля $\mathbf{B} = (0, 0, B)$ в цилиндрических координатах $x^\alpha = (ct, r, \phi, z)$ задается равенствами

$$A_0 = 0, \quad A_r = 0, \quad A_z = 0, \quad A_\phi = -\frac{Br^2}{2}.$$

Цилиндрическим координатам отвечают метрика и тетрада

$$dS^2 = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2 d\phi^2 - dz^2, \quad e_{(a)}^\beta(x) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Уравнение Дирака принимает вид (используем обозначения $e/c\hbar = e'$, $mc/\hbar = M$):

$$[i\gamma^0\partial_0 + i\gamma^1(\partial_r + \frac{1}{2r}) + \gamma^2(\frac{i\partial_\phi}{r} + \frac{e'Br}{2}) + i\gamma^3\partial_z + i\gamma^5M]\Psi = 0.$$

Добавку $\frac{1}{2r}$ можно убрать с помощью простого множителя:

$$\Psi = \frac{\psi}{\sqrt{r}}, \quad [i\gamma^0\partial_0 + i\gamma^1\partial_r + \gamma^2(\frac{i\partial_\phi}{r} + \frac{e'Br}{2}) + i\gamma^3\partial_z + i\gamma^5M]\psi = 0.$$

В спинорном базисе входящая в уравнение матрица γ^5 задается равенством

$$\gamma^5 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}.$$

Подстановка для волновой функции в этом базисе должна быть выбрана следующим образом:

$$\psi = e^{-i\varepsilon x^0} e^{im\phi} e^{ikz} \begin{vmatrix} f_1(r) \\ f_2(r) \\ f_3(r) \\ f_4(r) \end{vmatrix}, \quad \varepsilon = \frac{E}{\hbar c}.$$

Используя представление матриц Дирака в спинорном базисе

$$\gamma^0 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \gamma^1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \gamma^2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & +i \\ 0 & 0 & -i & 0 \\ 0 & -i & 0 & 0 \\ +i & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \gamma^3 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

находим уравнения для функций $f_i(z)$, $i = 1, 2, 3, 4$:

$$\begin{aligned} \left(\frac{d}{dr} + \mu\right) f_4 + ik f_3 + i(\varepsilon f_3 + iMf_1) &= 0, & \left(\frac{d}{dr} - \mu\right) f_3 - ik f_4 + i(\varepsilon f_4 + iMf_2) &= 0, \\ \left(\frac{d}{dr} + \mu\right) f_2 + ik f_1 - i(\varepsilon f_1 - iMf_3) &= 0, & \left(\frac{d}{dr} - \mu\right) f_1 - ik f_2 - i(\varepsilon f_2 - iMf_4) &= 0, \end{aligned}$$

где используем обозначение $\mu(r) = m/r - e'Br/2$. Попробуем наложить линейное ограничение

$$f_3 = Af_1, \quad f_4 = Af_2,$$

система примет вид

$$\left(\frac{d}{dr} + \mu\right) f_2 + ik f_1 + i\frac{1}{A}(\varepsilon A + iM)f_1 = 0, \quad \left(\frac{d}{dr} - \mu\right) f_1 - ik f_2 + i\frac{1}{A}(\varepsilon A + iM)f_2 = 0,$$

$$\left(\frac{d}{dr} + \mu\right) f_2 + ik f_1 - i(\varepsilon - iMA) f_1 = 0, \quad \left(\frac{d}{dr} - \mu\right) f_1 - ik f_2 - i(\varepsilon - iMA) f_2 = 0.$$

Уравнения системы попарно совпадают, если выполняется равенство

$$\frac{1}{A}(\varepsilon A + iM) = -i(\varepsilon - iMA) \Rightarrow A^2 + 2\frac{i\varepsilon}{M}A - 1 = 0;$$

откуда следуют два значения для A :

$$A_1 = \frac{-i\varepsilon + i\sqrt{\varepsilon^2 - M^2}}{M}, \quad A_2 = \frac{-i\varepsilon - i\sqrt{\varepsilon^2 - M^2}}{M}. \quad (1)$$

В соответствии с (1) имеем две возможности:

$$A_1 M = -i(\varepsilon - \sqrt{\varepsilon^2 - M^2}) = -i(\varepsilon - p),$$

$$\left[\frac{d}{dr} + \mu(r)\right] f_2 + i(k - p) f_1 = 0, \quad \left[\frac{d}{dr} - \mu(r)\right] f_1 + i(-k - p) f_2 = 0; \quad (2)$$

$$A_2 M = -i(\varepsilon + \sqrt{\varepsilon^2 - M^2}) = -i(\varepsilon + p),$$

$$\left[\frac{d}{dr} + \mu(r)\right] f_2 + i(k + p) f_1 = 0, \quad \left[\frac{d}{dr} - \mu(r)\right] f_1 + i(-k + p) f_2 = 0. \quad (3)$$

Эти две системы уравнений различаются только знаком при параметре p , поэтому достаточно следить за решениями одной системы. Найдем решения системы (2). Исключим функцию f_2 : при этом находим уравнение 2-го порядка для f_1 :

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + \left(\frac{m}{r^2} + \frac{e'B}{2}\right) - \frac{m^2}{r^2} + me'B - \frac{e'^2 B^2}{4} r^2 + \Lambda^2\right] f_1 = 0; \quad (4)$$

для краткости введен параметр $\Lambda^2 = \varepsilon^2 - M^2 - k^2$, он соотносится с вкладом в энергию движения частицы, поперечного направлению магнитного поля.

Отметим существенный момент: оператор, диагонализующийся на решениях согласно равенству $-i\frac{\partial}{\partial\phi}\Psi = m\Psi$, представляет собой пересчитанный от декартовой тетрады к цилиндрической оператор третьей проекции полного момента импульса дираковской частицы:

$$J_3^{\text{Cyl}} \Psi_{\text{Cyl}} = \left(-i\frac{\partial}{\partial\phi} + \Sigma_3\right) \Psi_{\text{Cyl}} = m\Psi_{\text{Cyl}};$$

Σ_3 обозначает матрицу третьей проекции спина: $\Sigma_3 = \text{diag}\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$; для квантового числа m разрешены только полуцелые значения $m = \pm 1/2, \pm 3/2, \dots$. В этом можно убедиться прямым вычислением. Поскольку базисы декартовой и цилиндрической тетрад связаны калибровочным преобразованием

$$\Psi^{\text{cyl}} = S \Psi^{\text{Cart}}, \quad S = \begin{vmatrix} B & 0 \\ 0 & B \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} e^{+i\phi/2} & 0 \\ 0 & e^{-i\phi/2} \end{vmatrix},$$

то оператор J_3^{cyl} третьей проекции полного момента в цилиндрическом базисе должен вычисляться согласно соотношению

$$J_3^{\text{cyl}} = S J_3 S^{-1} = -i\frac{\partial}{\partial\phi}.$$

Обратимся к анализу уравнения (4). Введем переменную $x = e'Br^2/2$:

$$4x \frac{d^2 f_1}{dx^2} + 2 \frac{df_1}{dx} + \left(\frac{m(1-m)}{x} - x + 1 + 2m + \frac{2\Lambda^2}{e'B}\right) f_1 = 0.$$

Ищем решение в виде $f_1(x) = x^A e^{-Cx} F(x)$; при A и C , выбранных согласно

$$A = \frac{m}{2}, \frac{1-m}{2}, \quad C = +\frac{1}{2},$$

уравнение для $F(x)$ имеет вид вырожденного гипергеометрического уравнения

$$xF'' + (\gamma - x)F' - \alpha F = 0, \quad \alpha = A - \frac{m}{2} - \frac{\Lambda^2}{2e'B}, \quad \gamma = 2A + \frac{1}{2}.$$

Для того чтобы получить решения, обращающиеся в ноль в начале координат $r \rightarrow 0$, нужно выбирать положительные значения для A . Условием обрыва ряда до полинома является ограничение $\alpha = -n, n = 0, 1, 2, \dots$. В зависимости от знака квантового числа m получаем две формулы для квантования параметра Λ^2 :

$$m > 0, \quad A = \frac{m}{2}, \quad \Lambda^2 = 2e'Bn, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m < 0, \quad A = \frac{1-m}{2}, \quad \Lambda^2 = 2e'B(n - m + \frac{1}{2}).$$

Эти формулы можно объединить в одну:

$$\Lambda^2 = 2e'B(n + n'), \quad n' = \frac{-m + |m|}{2}, \quad n, n' = 0, 1, 2, \dots;$$

размерность $[\Lambda^2]$ – обратный квадратный метр. В обычных единицах имеем

$$E^2 = m^2c^4 + p_z^2c^2 + 2ecB\hbar(n + n').$$

Отмечаем, что возникающий для P -асимметричной частицы в магнитном поле спектр энергии совпадает со спектром обычной частицы. Но явный вид волновых функций немного другой (в параметрах A_1, A_2 теперь присутствует мнимая единица):

$$A_1 = -i(\varepsilon - p)/M, \quad \psi = e^{-i\varepsilon x^0} e^{im\phi} e^{ikz} \begin{pmatrix} f_1(r) \\ f_2(r) \\ A_1 f_1(r) \\ A_1 f_2(r) \end{pmatrix}, \quad A_2 = -i(\varepsilon + p)/M, \quad \psi = e^{-i\varepsilon x^0} e^{im\phi} e^{ikz} \begin{pmatrix} f_1(r) \\ f_2(r) \\ A_2 f_1(r) \\ A_2 f_2(r) \end{pmatrix}.$$

Остановимся на операторе, диагонализация которого связана с линейными дополнительными условиями, использованными выше. В случае свободной частицы оператор спиральности в декартовом представлении задается так:

$$\Sigma_0 = \vec{\Sigma} \nabla = \frac{1}{2} \left(\gamma^2 \gamma^3 \frac{\partial}{\partial x} + \gamma^3 \gamma^1 \frac{\partial}{\partial y} + \gamma^1 \gamma^2 \frac{\partial}{\partial z} \right).$$

При наличии магнитного поля (вдоль оси x_3) этот оператор усложняется и имеет вид

$$\Sigma = \frac{1}{2} \left(\gamma^2 \gamma^3 \left(\frac{\partial}{\partial x} - ie'By \right) + \gamma^3 \gamma^1 \frac{\partial}{\partial y} + \gamma^1 \gamma^2 \frac{\partial}{\partial z} \right).$$

Поскольку декартовая и цилиндрическая тетрады связаны спинорным калибровочным преобразованием $\Psi^{cyl} = S\Psi^{cart}$, для оператора спиральности в цилиндрической тетраде будем иметь следующее представление:

$$\Sigma^0 = \gamma^2 \gamma^3 \left(\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{2r} \right) + \gamma^3 \gamma^1 \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \phi} + \gamma^1 \gamma^2 \frac{\partial}{\partial z}.$$

При наличии внешнего магнитного поля этот оператор спиральности обобщается так:

$$\Sigma = \gamma^2 \gamma^3 \left(\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{2r} \right) + \gamma^3 \gamma^1 \frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial \phi} - i \frac{e'Br^2}{2} \right) + \gamma^1 \gamma^2 \frac{\partial}{\partial z},$$

или в явном виде (с учетом множителя $1/\sqrt{r}$ убираем добавку $1/2r$)

$$\Sigma = -i \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} \frac{\partial}{\partial r} - i \begin{vmatrix} 0 & -i & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -i \\ 0 & 0 & i & 0 \end{vmatrix} \frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial \phi} + \frac{ie'Br^2}{2} \right) - i \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \frac{\partial}{\partial z}.$$

Уравнение на собственные значения $\Sigma\Psi = \sigma\Psi$ дает 4 дифференциальных уравнения:

$$\begin{aligned} f'_2 + \mu f_2 + kf_1 &= i\sigma f_1, & f'_1 - \mu f_1 - ikf_2 &= i\sigma f_2, \\ f'_4 + \mu f_4 + ikf_3 &= i\sigma f_3, & f'_3 - \mu f_3 - ikf_4 &= i\sigma f_4, \end{aligned}$$

В результате получаем две подсистемы

$$\begin{aligned} i\sigma f_1 &= i\varepsilon f_1 + Mf_3, & i\sigma f_3 &= -i\varepsilon f_3 + Mf_1; \\ i\sigma f_2 &= i\varepsilon f_2 + Mf_4, & i\sigma f_4 &= -i\varepsilon f_4 + Mf_2, \end{aligned}$$

с решениями

$$\sigma = \pm\sqrt{\varepsilon^2 + M^2}, \quad f_3 = -i\frac{\varepsilon - \sigma}{M} f_1, \quad f_4 = -i\frac{\varepsilon - \sigma}{M} f_2.$$

С точностью до замены $\sigma = p$ эти решения совпадают с найденными выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. On P-noninvariant wave equation for a spin 1/2 particle with anomalous magnetic moment / V. V. Kisel, V. A. Pletyukhov, E. M. Ovsyuk, V. M. Red'kov // NPCS. – 2019. – Vol. 22, no. 1. – P. 18–40
2. Ovsyuk, E. M. Spin 1/2 particle with anomalous magnetic moment in presence of external magnetic field, exact solutions / E. M. Ovsyuk, V. V. Kisel, V. M. Red'kov // Chapter in the book: Relativity, Gravitation, Cosmology: Beyond Foundations / Ed. V. V. Dvoeglazov. – New York : Nova Science Publishers, Inc, 2019. – P. 65–80.
3. Частица со спином 1/2 и аномальным магнитным моментом в кулоновском поле / Е. М. Овсюк [и др.] // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 4. Фізіка, матэматыка. – 2017. – № 1. – С. 17–34.
4. Редьков, В. М. Поля частиц в римановом пространстве и группа Лоренца / В. М. Редьков. – Минск : Белорусская наука, 2009. – 486 с.



Использование прогрессивных материалов и технологий в машиностроении и строительстве: опыт и перспективы

Б. Т. АГИШЕВ¹, Э. А. АУБАКИРОВА²

¹МГСУ (г. Москва, Россия)

²ОГУ (г. Оренбург, Россия)

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АРМИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Фибробетон – это строительный материал, который становится все более популярным в цементно-бетонной промышленности. Это объясняется его физико-механическими свойствами и экономическими преимуществами перед традиционными бетонными элементами и конструкциями, такими как меньшая толщина конструкции, частичное или полное устранение обычного армирования, повышенная ударопрочность, устойчивость к механическим нагрузкам и снижение отрицательного влияния на окружающую среду. Бетоны – огнестойкие материалы, но при длительном воздействии высоких температур их микроструктура в той или иной степени разрушается [1]. Поскольку фибробетон состоит из различных компонентов с разной реакцией на высокую температуру, то определение его поведения и механических свойств в огне является сложной задачей. Армирование бетона стальными, синтетическими или гибридными волокнами улучшает его механические свойства, а также стойкость к высокой температуре плавления и воспламенения.

Огнестойкость бетонных композитов тесно связана с составом бетона, особенно с типом и содержанием используемых конкретных компонентов. Бетон из кремнистых заполнителей (гранит) проявляет неблагоприятные механические свойства при высокой температуре по сравнению с бетоном из известковых заполнителей (доломит, известняк). В последнее время большой интерес вызывает использование метакаолина, летучей золы, и микрокремнезема как частичная замена цемента в бетоне, подвергающемся воздействию высоких температур [2]. Из-за дыма кремнезема и крупности летучей золы такие бетонные композиты имеют более плотную микроструктуру, и их склонность к взрывному растрескиванию возрастает.

Поскольку температура плавления стали относительно высока по сравнению с другими материалами, использование стального волокна, по-видимому, сохраняет структуру бетонных композитов, подвергающихся воздействию высоких температур [3]. Включение стальных волокон в бетонные композиты остается оправданным даже при температурах порядка 1200 °С, содержание 1 %

таких волокон не оказывает вредного воздействия на нагретые конструкции. Включение стальной фибры в бетонную смесь приводит к улучшению механических характеристик и устойчивости к тепловым воздействиям по сравнению с неармированным бетоном. Экспериментальные исследования демонстрируют прочность при сжатии реактивного порошкового бетона, армированного стальной фиброй, и геопалимерного бетона, которая постепенно увеличивается при нагревании материала до 200–300 °С, но уменьшается при дальнейшем повышении температуры. Прочность на сжатие реактивного порошкового бетона с содержанием 1 % стали при 200–400 °С выше, чем при комнатной температуре, и уменьшается, когда температура превышает 500 °С.

Бетон, армированный стальными волокнами, также имеет более высокую ударную вязкость после высокотемпературных воздействий по сравнению с бетоном, находившимся при температуре окружающей среды. При повышении температуры бетон показывает снижение прочности, уменьшение модуля упругости, а также деградацию в зависимости от типа, соотношения сторон, объемной доли волокна. Бетонные изделия из переработанного заполнителя, армированного стальным волокном, имеют идентичное поведение и теряют прочность намного быстрее после воздействия повышенных температур. Как следствие, пиковые напряжения постепенно увеличиваются вместе с температурой. Наряду с содержанием стальных волокон, повышение пиковых деформаций существенно не отличается при температуре окружающей среды и при 200 °С. Добавление стальных волокон не увеличивает трещиностойкость бетонных композитов.

В бетонной промышленности с целью повышения сопротивления бетона растрескиванию при воздействии повышенных температур используются синтетические волокна [4]. Поскольку температура плавления синтетических волокон относительно низкая, наличие волокон в бетонных композитах, подверженных повышенным температурам, влияет на механические свойства конструкции, такие как сопротивление сжатию, модуль упругости и сопротивление разрыву. При этом наличие полипропиленовых волокон немного увеличивает пластичность и удельную ударную вязкость, однако после нагрева все повышенные характеристики теряются. Полипропиленовые волокна отрицательно влияют на прочность бетона. После воздействия высоких температур снижаются такие параметры как, модуль упругости и прочность на разрыв, а также увеличивается пиковая деформация. С другой стороны, полипропиленовые волокна могут улучшить относительную остаточную прочность на сжатие бетонного композита после воздействия огня. Хотя наличие полипропиленовых волокон в разных дозировках не влияет на сопротивление сжатию при 200 °С и 400 °С, значительно увеличивается остаточная прочность бетона на сжатие после воздействия 600 °С.

Комбинация стальных и синтетических волокон обеспечивает хорошую прочность бетонного композита перед нагревом, улучшает остаточные механические свойства и трещиностойкость, а также пластичность после нагрева. Наличие в составе стальных волокон может улучшить свойства бетонного композита при воздействии повышенных температур, а полипропиленовые волокна могут повысить стойкость бетона к растрескиванию. Сочетание стальных и полипропиленовых волокон демонстрируют положительный синергетический эффект на постпиковое поведение бетонных композитов до и после воздействия высокой температуры. Однако поскольку синтетические волокна имеют низкую точку плавления и воспламенения, только стальные волокна обеспечивают стабильность и улучшенные механические свойства бетонного композита после воздействия повышенных температур. Бетонный композит, содержащий 1 % синтетических и 1 % стальных волокон по объему, дает наилучшие результаты при высоких температурах.

Таким образом, стальные волокна в бетонной смеси улучшают как механические свойства, так и устойчивость к тепловым воздействиям по сравнению с неармированным бетоном. Однако более высокое содержание стального волокна не улучшает прочность бетонных композитов на сжатие при повышенных температурах. Добавление стальных волокон не увеличивает трещиностойкость, при этом синтетические волокна повышают стойкость бетона к растрескиванию. Полипропиленовые волокна отрицательно влияют на остаточные механические свойства бетона после высокотемпературного воздействия, поскольку значительно уменьшают остаточную прочность на сжатие, модуль упругости и предел прочности на разрыв, а также увеличивают пиковую деформацию по сравнению с неармированным бетоном. Комбинация стальных и синтетических волокон может обеспечить хорошую вязкость бетонного композита при нагреве и улучшить его остаточные механические свойства и сопротивление растрескиванию, а также пластичность после нагрева.

Растущее использование волокон в цементно-бетонной промышленности обусловлено экономической эффективностью, а также физико-механическими свойствами, способными разнообразить ассортимент традиционных бетонных элементов и конструкций. Дальнейшие испытания механических свойств волокон, подверженных повышенным температурам, являются решающим критерием для более широкого использования волокнистых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасов, К. Д. Жаростойкий бетон с использованием отходов промышленности / К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова // Бетон и железобетон. – 2004. – № 4. – С. 15–16.
2. Баженов, М. Ю. Технология бетона / М. Ю. Баженов. – М. : Изд-во АСВ, 2011. – 528 с.
3. Высококачественный цементный бетон с улучшенными свойствами / Юай Юань, Ван Лин, Тянь Пе. – М. : Изд-во АСВ, 2014. – 448 с.
4. Белов, В. В. Технология и свойства современных цементов и бетонов / В. В. Белов, Ю. Ю. Курятников, Т. Б. Новиченков. – М. : Изд-во АСВ, 2014. – 280 с.

Э. А. АУБАКИРОВА¹, Б. Т. АГИШЕВ²

¹ОГУ (г. Оренбург, Россия)

²МГСУ (г. Москва, Россия)

ОЦЕНОЧНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сегодня основным направлением развития производства строительных материалов и изделий является широкое использование техногенного сырья, в том числе и древесных отходов. Это связано с ограниченностью ресурсов, необходимостью дальних перевозок, высокой материало- и энергоемкостью ряда технологических процессов добычи и переработки сырья, в значительной мере сдерживающих развитие промышленности строительных материалов на основе природных ресурсов. Ежегодно в России теряется более 100 млн. куб. м древесины – в лесозаготовительной промышленности в виде сучьев, ветвей, некондиционной древесины, в деревообрабатывающей промышленности в виде, реек, опилок и стружек [1].

Получение древесно-цементных композиций как экологически безопасных для здоровья человека материалов на основе отходов лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий позволит сохранить земельные угодья, поскольку при этом исключается необходимость их утилизации и отведения площадей под отвалы, а также позволит улучшить экологическую обстановку. Актуальным является получение древесно-цементных композиций на основе отходов деревообрабатывающей и деревоперерабатывающей промышленности.

Композитные конструкции из дерева и бетона начали использоваться в качестве строительных конструкций в 20-е годы XX века. В период между двумя мировыми войнами наблюдался высокий спрос на стальные конструкции, ограниченная доступность которых заставила общество искать другую форму строительных конструкций и привела к использованию в строительстве деревянно-бетонных композитных плит. В 1943 году в одном из проектов США использовалась конструкция из фибробетона, которая была исследована на возможность использования в рентабельных автомобильных мостах с укороченным пролетом [2].

В настоящее время цели использования древесно-бетонного композита варьируются в зависимости от континента или страны. Например, полы из фибробетона чаще всего используются для реконструкции исторических зданий в Европе, чтобы заменить старый деревянный пол новым, который имеет лучшие механические характеристики. В Новой Зеландии древесно-бетонный композит применяют в многоэтажных домах, так как это считается более экологичным выбором по сравнению с традиционными строительными материалами, такими как бетон или сталь, потому что дерево имеет способность расти и воспроизводиться.

Плита древесно-бетонная композитная состоит из бруса внизу и бетона сверху, соединенных специально разработанными креплениями. В качестве деревянного сегмента могут быть использованы клееный брус, массивная древесина или кроссламинированная древесина. Бетон может быть сборным или монолитным. Древесно-цементный композиционный материал по классификации ГОСТ Р 54854-2011 относится к легким бетонам на органических заполнителях растительного происхождения.

Преимущество этих материалов перед другими строительными материалами заключается в том, что они имеют сравнительно небольшую плотность в пределах 400–850 кг/м³ и низкую теплопроводность в пределах 0,08–0,17 Вт/м. Стены из древесно-цементного материала толщиной 30 см соответствуют по теплопроводности стене из кирпича толщиной в 1 м [3]. Следует также отметить повышенную сопротивляемость ударным нагрузкам, и такими свойствами не обладает ни один кладочный материал.

В малоэтажном строительстве как строительный материал древесно-цементный материал отличается облегченной структурой в сочетании с экологичностью и эффективной теплоизоляцией. Имея крупнопористую структуру, древесно-цементный материал обеспечивает минимальный расход электроэнергии на обогрев и обеспечивает хороший воздухообмен.

Композитные конструкции из дерева и бетона используются с целью обеспечения больших возможностей по сравнению с обычными конструкциями, состоящими из единственного материала. Несмотря на преимущества древесно-бетонного композита, сочетание данных двух материалов сопряжено с проблемами, которые необходимо разрешить. Один из возможных рисков при сочетании этих материалов – это повреждение от влаги [4], и его необходимо тщательно оценить и уменьшить, чтобы гарантировать минимальный уровень роста плесени. Риск роста плесени регулируется путем указания допустимого предела влажности определенного материала или прогнозом роста с помощью численного моделирования. Несмотря на то, что оба используются в строительной отрасли, моделирование считается более детальным численным подходом как средство оценки роста плесени.

С появлением новых микро- и наномодификаторов повышается конкурентоспособность древесно-цементных материалов в рамках «зеленой экономики». В исследовании [5] для нужд малоэтажного строительства в сейсмических и аналогичных техногенных зонах с целью увеличения прочности и жесткости конструкционного материала предлагается использовать добавки порошкообразных отходов камнеобработки – порошка стеатита (талькохлорита, мыльного или горшечного камня). В качестве заполнителя использованы опилки хвойных пород.

При использовании отходов лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности для производства древесно-цементного композита важным вопросом является оптимальное соотношение количества компонентов, а также наличие добавок, влияющих на физико-механические характеристики и функциональные параметры. Так, для производства теплоизоляционных и конструкционных блоков для малоэтажного строительства предлагается применять цемент с добавками жидкого стекла и сульфата алюминия. Применение смеси стружки и опилок при соотношении 0,2/0,8 позволяет существенно увеличить прочность при сжатии, что может быть использовано для совершенствования технологии производства древесно-цементных материалов с применением древесных отходов [6].

В [7] изучены возможности упрочнения композиционных материалов, полученных из опилок. После обработки древесной составляющей для усиления шероховатости поверхности увеличивается площадь контакта, вследствие чего усиливается взаимодействие между опилками и основой.

Таким образом, использование различных модификаторов, а также различных по морфологии частиц древесного материала позволяет получать составы для древесно-цементных композитов с необходимыми свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горностаева, Е. Ю. Повышение эффективности древесно-цементных композиций комплексными добавками : дис. ... канд. тех. наук / Е. Ю. Горностаева. – Белгород, 2012.
2. Moisture Safety Evaluation of CLT-Concrete Composite Slab / Z. B. Setragian, C. C. Kusuma Gothenburg, Sweden 2018. – с. 101.
3. Исследование прочности древесно-цементного композита на основе древесных отходов / М. В. Филичкина, В. С. Копарев // Лесотехнический журнал. – 2015. – №3 – с. 191–199.
4. Влияние влагопереноса на прочность цементно-стружечных композитов / Е. И. Стенина, К. Д. Семуха // Деревообрабатывающая промышленность. – 2015. – с. 187–190.
5. Андреев, А. А. Древесно-цементный композит с добавкой стеалита как конструкционный и демпфирующий материал / А. А. Андреев, Г. Н. Колесников, А. А. Чалкин // Ученые записки Петрозаводского гос. университета. – 2014. – № 6 – с. 75–78.

6. Андреев, А. А. О рациональном соотношении количества опилок и стружки в древесно-цементном композите / А. А. Андреев, Г. Н. Колесников // Ученые записки Петрозаводского гос. университета. – 2014. – №4 – с. 85–87.

7. Влияние объема древесных опилок на механические свойства композитного материала / А. Г. Дьяченко, Т. П. Савостина, Б. И. Саед // Вест. Донского гос. ун-та. – 2018. – № 3 – с. 300–304.

В. П. ДУБОДЕЛ,¹ И. И. ЗЛОТНИКОВ,² В. М. ШАПОВАЛОВ³

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²УО ГГТУ им. П. О. Сухого (г. Гомель, Беларусь)

³ГНУ ИММС им. В. А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА СВОЙСТВА БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ

Битумные материалы в настоящее время широко используют в строительной индустрии для производства гидроизоляционных, кровельных, герметизирующих, антикоррозионных и других материалов. К недостаткам битумных материалов следует отнести их хрупкость, невысокую механическую прочность, особенно при повышенных температурах, и низкую морозостойкость, что снижает долговечность получаемых покрытий при воздействии атмосферных факторов. Для улучшения свойств битумов и повышения их долговечности проводят их модифицирование различными добавками, обеспечивающими долговечность получаемых композиционных материалов. Модифицирование битумов полимерами является одним из наиболее перспективных способов повышения их свойств, но в то же время и самым дорогостоящим. Введение в битум небольшого количества полимера значительно повышает весь комплекс его свойств, но и повышает стоимость получаемого продукта примерно в 2 раза. В связи с этим в настоящее время интенсивно изучается возможность использования в битумно-полимерных композициях отходов различных полимеров. Наиболее распространёнными полимерными добавками в битумных материалах являются полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и некоторые другие [1]. Кроме полимеров, в состав битумно-полимерных композиций для повышения механических свойств вводят дисперсные минеральные наполнители: мел, известняк, каолин, тальк, технический углерод, сажу и др. [1]. Ранее авторами данной работы были проведены исследования по влиянию добавок диоксида кремния на свойства битумно-полимерных композиций [2]. Было установлено, что введение дисперсного диоксида кремния в количестве 2–10 мас. % позволяет улучшить эксплуатационные свойства получаемых материалов. Это может быть связано с тем, что частицы диоксида кремния играют роль активных центров, обеспечивая физико-химическое взаимодействие между макромолекулами полимера и битума. Однако диоксид кремния характеризуется сравнительно высокой химической инертностью, и эффект его взаимодействия с компонентами битумно-полимерной композиции не может быть выраженным. Кроме того, ультрадисперсный кремнезем имеет склонность к комкованию и образованию прочных агломератов, что ухудшает технологические свойства композиций и эксплуатационные показатели готовых битумно-полимерных материалов. С другой стороны, в работе [3] с участием авторов данного исследования было показано, что микроволновая обработка (МВО) аморфного диоксида кремния позволяет получать ультрадисперсный порошок с более рыхлой структурой, более развитой поверхностью и большей адсорбционной способностью и активировать его способность к хемоадсорбционному взаимодействию по сравнению с исходным диоксидом.

В связи с этим были проведены исследования по изучению влияния предварительной МВО высокодисперсного диоксида кремния на улучшение свойств битумно-полимерных композиций на основе нефтяного битума и вторичных полиолефинов.

Для изготовления лабораторных образцов использовали битум нефтяной строительный марки БН 70/30 по ГОСТ 6617-76 и вторичные полиолефины – полиэтилен низкого давления (ПЭНД) и полиэтилен высокого давления (ПЭВД). В качестве диоксида кремния использовали аморфный диоксид кремния марки «Ковелос», производитель ООО «Экокремний» (Россия). МВО проводили следующим образом. Исходный диоксид кремния в стеклянной кювете помещали в микроволновую печь

с рабочей частотой 2450 МГц и обрабатывали в течение 8–12 минут до повышения температуры 130–150 °С. Полученный порошок непосредственно после обработки вводили в разогретую до температуры 150–160 °С смесь битума и полимеров и тщательно гомогенизировали. Лабораторные образцы изготавливали методом свободной заливки горячей композиции в кюветы из фольги. Были испытаны следующие составы модельной битумно-полимерной композиции (таблица 1).

Таблица 1. – Составы битумно-полимерной композиции, мас. %

Компонент	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
ПЭВД вторичный – измельченная пленка	10	10			5	5
ПЭНД вторичный ТУ РБ 800017526.003-2004	–	–	10	10	5	5
Диоксид кремния марки «Ковелос»: – исходный	4		4		4	
– после МВО		4		4		4
Битум марки БН 70/30	86	86	86	86	86	86

Свойства лабораторных образцов битумно-полимерной композиции приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Свойства битумно-полимерной композиции

Компонент	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
Температура размягчения, °С	119	124	126	130	122	131
Прочность сцепления с бетоном, МПа	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,8

Температуру размягчения определяли по ГОСТ 11506-73, а прочность сцепления на разрывной машине методом нормального отрыва бетонных прямоугольных образцов, склеенных различными составами после 3 суток выдержки при температуре 20 ± 5 °С. Анализ полученных результатов показывает, что предварительная МВО диоксида кремния перед его введением в битумно-полимерные композиции приводит к повышению эксплуатационных свойств получаемых материалов. При этом введение обработанного диоксида в композиции, содержащие смесь вторичных полимеров, приводит к более выраженному результату, чем в композициях с одним из выбранных полимеров. Эти результаты можно объяснить тем, что МВО активирует поверхность диоксида кремния, повышая его способность к физико-химическому взаимодействию как с битумной основой, так и с макромолекулами полимеров.

Таким образом, свойства битумно-полимерных материалов на основе нефтяных битумов и вторичных полимеров могут быть улучшены введением высокодисперсного диоксида кремния, предварительно подвергнутого микроволновой активации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярцев, В. П. Битумные композиты: учебное пособие для студентов / В. П. Ярцев, А. В. Ерофеев. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2014. – 80 с.
2. Шаповалов, В. М. Разработка и исследование битумно-полимерных композиций с использованием вторичных полимеров / В. М. Шаповалов, В. П. Дубодел, И. И. Злотников [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2016, № 4 – С. 87–99.
3. Применение микроволновой обработки для управления морфологией и свойствами порошков кремнезема / В. М. Шаповалов, И. И. Злотников, В. В. Тимошенко [и др.] // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия: Материалы докладов VIII Международной научно-технической конференции. – Минск : Институт порошковой металлургии. – 2008. – С. 162–164.

Е. В. КОРОТКОВСКАЯ

СНИГУ им. Н. Г. Чернышевского (г. Саратов, Россия)

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА В СТРОИТЕЛЬНОЙ И ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛЯХ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК САРАТОВСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

Как известно, при производстве экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) из апатитового концентрата по технологическому регламенту ПЭФК получается побочный продукт (отход) фосфополугидрат сульфата кальция (ФПГ) – фосфогипс.

По своему составу ФПГ – фосфогипс может быть охарактеризован как основной компонент для получения строительного вяжущего или дорожно-строительного материала, которое представляет из себя мелкокристаллическое сыпучее вещество с наличием частиц от светло-серого до темно-серого цвета, основное вещество – полугидрат сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), а также состоит из примесей неразложенного фосфатного сырья, песка, солей кремнефтористоводородной и фосфорной кислот, а также содержит кристаллизационную (связанную) и гигроскопическую (сверхкристаллизационную) воду.

В связи с тем потребление песка при строительстве может вырасти на 42 % к 2024 году, а уровень загрузки производственных мощностей – до 82 %. Аналогичная ситуация и со щебнем – спрос может вырасти на 44 %, а уровень загрузки предприятий – до 95 %.

Поэтому вопрос переработки и применения промышленных отходов в строительной отрасли и дорожно-строительной отрасли является наиболее актуальным. Одними из самых перспективных направлений применения фосфополугидрата сульфата кальция-фосфогипса является его использование в качестве вяжущего материала при производстве строительных изделий, а также при строительстве, реконструкции, ремонте, капитальном ремонте оснований дорожных одежд всех категорий.

В Саратовском национальном исследовательском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского на протяжении пяти лет были изучены основные физико-химические процессы, влияющие на свойства фосфогипса. Проведены различные исследования зависимости скорости процессов кристаллизации фосфополугидрата сульфата кальция от физико-химических факторов таких как температура, давление, влажность.

Выявлено, что создание специальных условий: влажность, температура, а также введение важных компонентов – создает условие замедления и практически полной остановки скорости кристаллизации фосфогипсового вяжущего. В таком состоянии вяжущий строительный материал на основе фосфогипса можно использовать в течение трех недель, при этом свойства вяжущего из фосфогипса не теряются, а себестоимость строительной продукции составляет не более 350 рублей за тонну, что в 7 раз дешевле гипса строительного. Из данного материала можно получать строительные изделия в виде блоков, кирпичей, а также строить фундаменты, которые не боятся морозного пучения и не имеют теплового расширения.

В процессе использования вяжущего из фосфогипса скорость кристаллизации возрастает при создании давления на вяжущее до 100 кг/см^2 [1], [2]. Изделия по своей прочности соответствуют марке М100 и морозостойкостью не менее 50 циклов. Исследования аккредитованных экологических организаций показали, что полученный вяжущий материал экологически безопасен для применения в строительстве и дорожном строительстве. Также выявлено, что материал обладает противогрибковыми свойствами, что позволяет его применять во влажных помещениях, например, на складах хранения сельхозпродукции.

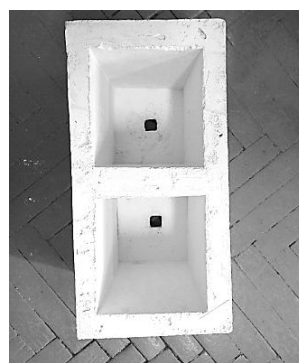


Рисунок 1. – Лабораторные образцы из вяжущего материала на основе фосфогипса,

полученные методом прессования и литьевым способом

В университете с помощью рентгенофазового анализа были изучены топохимические процессы, происходящие в фосфогипсе при введении в него катализатора роста кристаллов, разработанного специально для получения вяжущего из фосфогипса с высокими потребительскими свойствами.



Рисунок 2. – Технология строительства дороги из вяжущего на основе фосфогипса

Большая работа была произведена по созданию вяжущего материала и технологии строительства оснований дорожных одежд. На сегодняшний день разработано и утверждено несколько стандартов организации (СТО) позволяющих применять на практике вяжущий материал на основе фосфогипса. [3] Построено более 80 км. автомобильных дорог и проводится ежегодный мониторинг состояния вяжущего материала из фосфогипса, который полностью заменяет в строительстве щебень и песок.

Таким образом, исследования, проведенные в области переработки отходов химических производств, и практическое применение вяжущего материала на основе фосфогипса в строительной и дорожной отрасли позволяет сделать вывод о возможности массового применения исследуемого материала и технологии для замены дорогих вяжущих продуктов, таких как цемент, песок, щебень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасцев, С. В. Закономерности технологии базальто- и фосфогипсонаполненных полимерных композиционных материалов : дис. ... доктора техн. наук / С. В. Арзамасцев. – Саратов, 2011.
2. Игленкова, М. Г. Физико-химические закономерности получения композиционных материалов на основе фосфогипса : автореф. дис. ... канд. хим. наук / М. Г. Игленкова. – Саратов, 2013.
3. Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция (одобрены письмом Главдорстроя от 19 февраля 1987 г. № 5603/89).

Г. Н. НЕКРАСОВА

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СИНТЕЗ ЖАРОСТОЙКОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ДОЛОМИТОВОГО КЛИНКЕРА

Производство огнеупорных изделий на сегодняшний день имеет огромный спрос, так как ни один высокотемпературный синтез не может обойтись без их использования. Республика Беларусь, где производство жаростойких материалов отсутствует, располагает большими запасами доломитов, пригодных в качестве сырья для производства огнеупоров, поэтому актуальным представляется исследование возможности получения жаростойких изделий на основе местного доломитового сырья.

Работа выполнялась в несколько этапов и включала проведение многофакторного эксперимента, обработку полученных данных, разработку рекомендаций по технологическим режимам формования и сушки жаростойкого материала.

Исходным материалом для изготовления доломитового жаростойкого изделия является стабилизированный доломитовый клинкер, полученный в результате высокотемпературного обжига при 1550 °С сырьевой смеси, состоящей из доломитовой муки по ГОСТ 14050-93 и кремнегеля. Проведенные ранее исследования показали, что доломитовый клинкер является материалом, пригодным для использования

в качестве заполнителя в жаростойком бетоне, предназначенном для футеровки промышленных тепловых аппаратов [1–4].

Доломитовый клинкер измельчали, отсеивали на фракции на ситах с размером ячеек 5,0; 3,0; 1,25; 0,63; 0,5; 0,16; 0,08 мм. Для изготовления изделий из фракционированного клинкера готовили сухую смесь, тщательно перемешивали, вводили раствор полифосфата натрия. Из готовой формовочной массы методом прессования изготавливали образцы в форме цилиндров. Отпрессованные образцы выдерживали в течение 1 суток в камере нормального твердения, затем сушили при температуре 100–105⁰С и обжигали при различных температурах. Параллельно были изготовлены образцы жаростойкого материала с заменой крупной и средней фракции доломитового клинкера на аналогичные. Для исследования свойств жаростойкого бетона были использованы составы, представленные в таблице 1.

Таблица 1. – Составы экспериментальных формовочных масс на основе доломитового клинкера

№ состава	Давление прессования, МПа	Качественный и фракционный состав формовочной смеси, %								Влажность формовочной смеси, %	Примечание	
		доломитовый клинкер			периклазо-хромитовый заполнитель		периклазо-шпинельный заполнитель		Fe ₂ O ₃ (сверх 100%)			
		3 +1,25 мм	-1,25 +0,14 мм	-0,14 мм	-3 +1,25 мм	-1,25 +0,14 мм	-3 +1,25 мм	-1,25 +0,14 мм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	20	40	30	30	–	–	–	–				
2	50	40	30	30	–	–	–	–				
3	80	40	30	30	–	–	–	–				
4	20	–	30	30	40	–	–	–	2,0	6,0	Замена крупной фракции клинкера на периклазо-хромитовый заполнитель	
5	50	–	30	30	40	–	–	–	2,0	5,0		
6	80	–	30	30	40	–	–	–	2,0	5,0		
7	20	40	–	30	–	30	–	–	2,0	6,0	Замена средней фракции клинкера на периклазо-хромитовый заполнитель	
8	50	40	–	30	–	30	–	–	2,0	5,0		
9	80	40	–	30	–	30	–	–	2,0	5,0		
10	20	–	30	30	–	–	40	–	2,0	6,0	Замена крупной фракции клинкера на периклазо-шпинельный заполнитель	
11	50	–	30	30	–	–	40	–	2,0	5,0		
12	80	–	30	30	–	–	40	–	2,0	5,0		
13	20	40	–	30	–	–	–	30	2,0	6,0	Замена средней фракции клинкера на периклазо-	
14	50	40	–	30	–	–	–	30	2,0	5,0		

15	80	40	–	30	–	–	–	30	2,0	5,0	шпинельный заполнитель
----	----	----	---	----	---	---	---	----	-----	-----	---------------------------

Качество полученного жаростойкого бетона оценивали по комплексу физико-механических свойств: у образцов устанавливали предел прочности при сжатии, плотность, термостойкость и огнеупорность. В таблице 2 приведены результаты испытаний различных составов жаростойкого бетона.

Таблица 2. – Свойства обожженных экспериментальных образцов на основе доломитового клинкера

№ состава	Давление прессования, МПа	Средняя плотность, г/см ³	Плотность кажущаяся, г/см ³	Пористость открытая, %	Водопоглощение, %	Усадка после обжига, %			Прочность при сжатии, МПа
						по диаметру	по высоте	по объему	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	2,328	2,340	27,44	11,72	7,7	7,7	21,4	42,1
2	50	2,496	2,530	16,19	6,39	8,2	8,7	23,1	44,0
3	80	2,633	2,713	11,57	4,26	8,3	9,0	23,5	53,5
4	20	2,465	2,570	20,31	7,90	4,5	5,6	13,9	19,7
5	50	2,602	2,757	11,43	4,15	5,0	5,6	14,8	23,2
6	80	2,654	2,754	10,72	3,88	4,2	4,7	12,6	25,5
7	20	2,345	2,400	23,98	10,0	5,8	7,1	17,6	20,6
8	50	2,439	2,519	15,25	5,88	5,1	6,1	15,4	22,1
9	80	2,532	2,639	9,83	3,72	6,2	7,4	18,6	25,0
10	20	2,566	2,720	15,21	5,59	7,0	7,1	19,7	21,6
11	50	2,825	2,967	7,25	2,42	7,8	7,7	21,5	31,2
12	80	2,881	2,986	6,40	2,15	6,8	6,9	19,1	42,5
13	20	2,522	2,700	13,65	5,07	7,9	9,0	22,7	24,5
14	50	2,710	2,825	11,0	3,71	8,5	8,6	23,4	43,7
15	80	2,733	2,838	10,85	3,11	6,8	7,6	19,7	45,0

При проведении эксперимента установлено, что на прочность высушенных образцов не влияют условия выдержки сырца после формовки. Так, прочность образцов, высушенных сразу после формования, а также образцов, предварительно выдержанных 1 сутки во влажных условиях, практически не отличаются, причем это справедливо для всех составов и для всех давлений прессования. Однако, учитывая способность тонкомолотого клинкера к гидравлическому твердению, выдержка образцов перед сушкой желательна в целях повышения прочности отформованного сырца.

Регулирование процесса сушки в производстве сводится к изменению времени сушки, температуры и влажности теплоносителя. Зависимость между этими параметрами весьма сложная, поэтому оптимальные режимы сушки различных изделий устанавливают опытным путем, корректируют, а при расчетах сушильных процессов обычно исходят из данных практики аналогичных производств.

В результате проведенного исследования испытаны опытные образцы, предложена технология синтеза жаростойкого материала из доломитового клинкера для футеровки промышленных тепловых аппаратов.

Полученные результаты: состав и технология приготовления формовочных масс, рекомендации по технологическим режимам формования и сушки изделий, физико-технические характеристики опытных образцов, технология получения жаростойких изделий на основе доломитового клинкера – использованы для разработки технического проекта по производству жаростойких материалов [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Физико-химическое исследование доломита месторождения «Гралево» / Г. Н. Некрасова, М. И. Кузьменков, М. Л. Лешкевич, М. М. Драбович // Физико-технические науки и образование: проблемы, инновации, перспективы = Physics and Technology Sciences and Education: Problems, Innovations, Perspectives : сб. науч. ст. = Proceedings / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2017. – С. 103–109.

2. Некрасова, Г. Н. Низкотемпературный процесс получения жаростойких бетонов на основе доломита и полифосфатной связки / Г. Н. Некрасова, М. И. Кузьменков, Н. М. Шалухо // Огнеупоры и техническая керамика. – 2018. – № 3. – С. 12–15.

3. Разработать физико-химические основы технологии синтеза жаростойкого материала на основе доломита для футеровки промышленных тепловых аппаратов : отчет о НИР (заключ.) / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; рук. темы Г. Н. Некрасова, исполнители: М. М. Драбович. – Мозырь, 2020. – Рег. № НИОКТР 20191576. – 35 с.

4. Некрасова, Г. Н. Исследование термохимических превращений доломита месторождения «Руба» / Г. Н. Некрасова, Д. М. Кузьменков // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – 2018. – № 2 (211). – С. 10–15.

Е. А. ШУТОВА¹, В. М. ШАПОВАЛОВ², В. П. ДУБОДЕЛ¹, А. О. ЛАПАТИН²

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²ГНУ ИММС им. В. А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПМК

Исследовано влияние рецептурно-технологических параметров переработки минерал-песчаного материала на его механические и технологические свойства, в том числе, в области контактного взаимодействия в системе «наполнитель – полимер» и структурообразовательных процессов в композиционной системе [1].

В качестве наполнителя использовали строительный песок (ГОСТ 8736-93), формовочный песок (ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит») и дефекат – отход сахарного производства ОАО «Слуцкого сахарорафинадного завода», имеющий состав мас. %: CaCO₃ – 65,5–77,8; MgCO₃ – 3,4–8,6; Al₂O₃ – 0,2–3,8; P₂O₅ – 0,9–1,3; Fe₂O₃ – 0,2–1,0; органические вещества 12,0–15,0. С помощью стандартного набора сит используемые дисперсные наполнители (ДН) разделяли на фракции 125, 315, 500 и 800 мкм.

В качестве полимерного связующего при получении композиций использовали дробленые вторичные полиолефины (ПП) с размером частиц не более 3 мм. В качестве дубликанта (технологической смазки) использовали смесь стеарата кальция и цинка в соотношении 1 : 0,5–1,0 соответственно.

Получение формовочной массы осуществлялось путем смешения полимерного связующего с предварительно нагретым до 270 °С наполнителем и последующей гомогенизацией компонентов композиции в плавно-смесительном агрегате при температуре 260 °С.

Сравнительный анализ механических свойств полимер-минеральных композиций (ПМК), наполненных различными по дисперсности наполнителями, свидетельствует об определенной зависимости этих показателей от размерности применяемого наполнителя (рисунок 1). Так, наилучшими показателями модуля упругости (2300 МПа) и разрушающего напряжения (48 МПа) при сжатии обладают композиты на основе полипропилена, наполненного формовочным песком с размером частиц 125 мкм. При использовании в качестве наполнителя частиц размером 315 мкм наблюдается резкое снижение этих показателей (на 30 и 20% соответственно). Снижение дисперсности частиц формовочного песка менее 125 мкм не оказывает значительного влияния на механические характеристики ПМК. Аналогичная

картина изменения прочностных свойств наблюдается и у полипропилена, наполненного дефектатом и строительным песком.

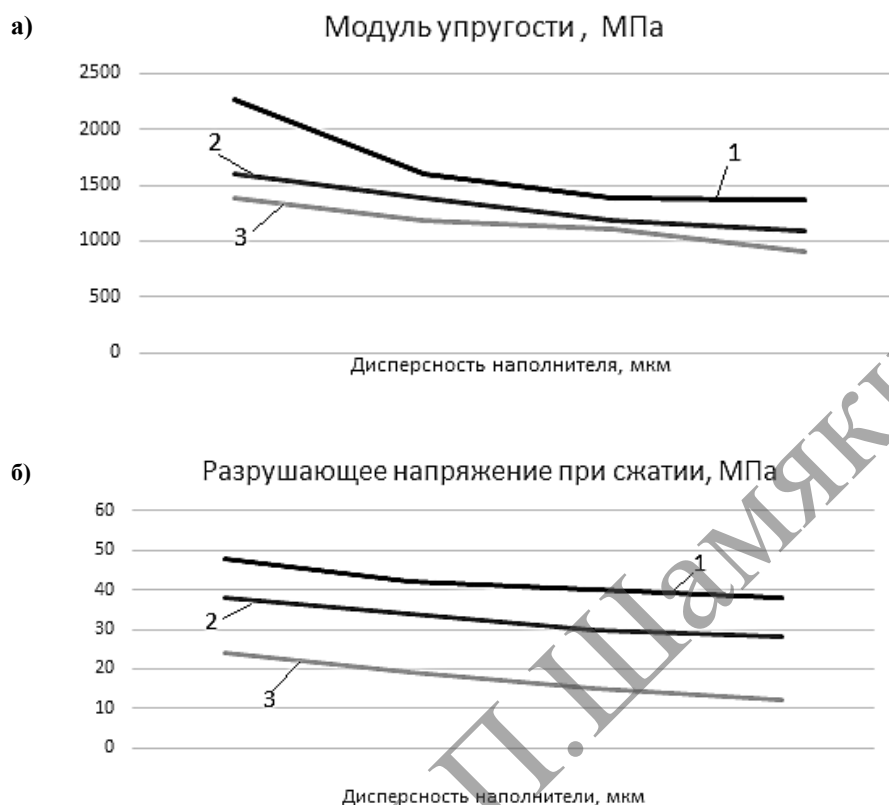


Рисунок 1. – Зависимость прочностных свойств ПМК от дисперсности минерального наполнителя (а) модуля упругости, (б) разрушающего напряжения при сжатии: 1 – 70 мас. % формовочный песок+30 мас. % ПП; 2 – 70 мас. % дефектат+30 мас. % ПП; 3 – 70 мас. % строительный песок+30 мас. % ПП.

При использовании в качестве наполнителя дефектата композиты обладают более низкими значениями прочностных свойств ($E_{сж} = 1600$ МПа, $\sigma_{сж} = 38$ МПа) по сравнению с образцами, наполненными формовочным песком. При этом варьирование размера частиц дефектата в исследуемом интервале 315–800 мкм незначительно изменяет механические характеристики материала, а показатели модуля упругости и разрушающего напряжения при сжатии находятся в пределах 1400–1300 МПа и 34–29 МПа соответственно. Необходимо отметить, что использование в качестве ДН дефектата снижает технологичность процесса получения ПМК вследствие его ярко выраженной гигроскопичности и склонности частиц к агрегации. В результате этого появляется необходимость организации дополнительных технологических этапов сушки и измельчения наполнителя.

Образцы ПМК, наполненные строительным песком, имеют наиболее низкие прочностные характеристики в сравнении с аналогами. Так, при наполнении полипропилена песком с размером частиц 125 мкм показатели $E_{сж}$ и $\sigma_{сж}$ имеют значения 1400 и 24 МПа соответственно, что на 30 % меньше, чем для образцов с другими ДН [2]. В то же время, как и в случае с формовочным песком, он легко гомогенизируется с расплавом полипропилена, обеспечивая получение формовочной массы с пониженной вязкостью и хорошей формуемостью в прессформе. На это указывают данные приведенных диаметров материалов.

Таким образом, в результате проведенной работы установлены оптимальные параметры фракционного состава ДН для получения ПМК с улучшенными прочностными характеристиками. Установлено, что при использовании в ПМК наполнителей дисперсностью 125 мкм показатели модуля

упругости и разрушающего напряжения достигают максимальных значений. При наполнении ПМК наполнителями с размером частиц в интервале 315–800 мкм происходит существенное (на 20–30 %) снижение этих показателей. Показано, что значительный вклад в получение ПМК с повышенными механическими характеристиками вносит природа ДН. Показано, что из исследуемых наполнителей наилучшие прочностные характеристики достигаются для ПМК с формовочным песком. Анализ полученных результатов показал также целесообразность введения в ПМК технологических добавок с целью модифицирования ДН, что позволит управлять механическими и технологическими свойствами ПМК и повышать их прочностные свойства и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

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. Плескачевского. – Гомель, ИММС НАН Беларуси, 2003. – 262 с.

2. Добавки для полимеров и суперконцентраты модификаторы // ОДО «Поликонта» [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.polikonta.com/index.php?softpg=129>. – Дата доступа: 20.06.2019.

МГТУ им. И.П.Шамякин

Именной указатель авторов



А

АГИШЕВ Б. Т. 278, 280
АГИШЕВА А. А. 3, 191
АНДРЕЕВА Т. К. 153
АНДРУШКЕВИЧ М. Д. 247
АРТЕМОВА Е. В. 78
АСТАПЕНКО Г. Г. 79, 84
АСТАПЕНКО Д. А. 84
АСТАПЕНКО И. А. 241
АУБАКИРОВА Э. А. 278, 280
АХРАМЕНКО Н. А. 193

Б

БАЗАРБАЕВА А. Б. 249
БАКЛАНЕНКО Л. Н. 155
БАН Г. Й. 175
БАНЬ А. А. 137
БАРКОВСКАЯ М. М. 157, 197
БЕЛАЯ О. Н. 80
БЕРТЕЛЬ И. М. 37
БИРЮК А. М. 139
БЛОЦКАЯ Д. С. 270, 273
БОКУТЬ Л. В. 5
БОНДАРЕНКО А. В. 82
БОНДАРЬ С. Р. 79, 84
БРОВКА Н. В. 7
БУЙ М. В. 9
БУРЫЙ А. В. 199, 201, 251
БУЧКО О. И. 85

В

ВАКУЛИЧ М. Г. 86
ВЕЛЬКО О. А. 11
ВОЛК И. А. 254
ВОРОБЕЙ Л. А. 13
ВОРОНЕНКО К. В. 136, 204

Г

ГАЙСАК А. И. 175
ГАЛ Д. Л. 175
ГАЛЕНКО Е. Н. 206
ГАЦКЕВИЧ Е. И. 256, 257
ГЕРАСИМЕНКО Е. Н. 88
ГЛЕБОВИЧ В. И. 89
ГОБУЗОВА А. Н. 91
ГОЛОЗУБОВ А. Л. 158
ГОЛУБ А. А. 233, 243
ГОНТА В. В. 208
ГОРЯЧУН Н. В. 14
ГРИГА Н. В. 210
ГРИГОРЬЕВ А. А. 259
ГРИДЮШКО А. И. 185
ГРИЦУК Д. В. 211
ГУЛАК А. У. 168
ГУЛО И. Н. 120
ГУМИНСКИЙ С. А. 160
ГУНДИНА М. А. 15
ГУЦКО Н. В. 17, 93

Д

ДАВЫДОВСКАЯ В. В. 96, 261
ДАННИК Л. А. 186
ДЕГТЯРЕВА О. В. 19
ДЕЛИКАТНАЯ И. О. 9, 21
ДОЦЕНКО Е. И. 21, 193
ДРУШЛЯК М. Г. 61
ДУБОДЕЛ В. П. 188, 282, 288
ДУДАРЕВА Н. В. 23
ДУШЕИНА Л. В. 24

Е

ЕВЖИК Е. И. 95
ЕГОРОВ Н. Н. 162
ЕСМАН А. К. 212
ЕФИМЧИК И. А. 96, 261
ЕФРЕМОВА М. И. 31, 98

Ж

ЖАРИХИНА Л. П. 24
ЖУК А. И. 214

З

ЗАВАДСКАЯ В. М. 164
ЗАЙЦЕВА А. А. 5
ЗАЩУК Е. Н. 214
ЗЕНЬКО С. И. 26
ЗЕРНИЦА Д. А. 216
ЗЛОТНИКОВ И. И. 282
ЗЫКОВ Г. Л. 212

И

ИВАНЕНКО Л. А. 91, 99
ИВАШКЕВИЧ А. В. 199, 201, 251
ИВАЩЕНКО И. А. 28
ИГНАТЕНКО В. В. 30
ИГНАТОВИЧ С. В. 31, 98

К

КАРПИНСКАЯ Т. В. 166
КЕМЕШ О. Н. 52
КЕПЧИК Н. В. 11
КИЗИНО Н. А. 80
КЛИНЦЕВИЧ С. И. 35, 37, 164
КЛЯПЕЦ Е. Л. 155
КНЯЗЕВ М. А. 218
КОВАЛЬЧУК И. Н. 160, 168
КОЗАК Л. П. 101
КОНДРАТЬЕВА Н. А. 15
КОПЫЛОВА В. М. 103
КОПЫЦКИЙ А. В. 39
КОРАЛЬКОВ А. Д. 264, 270
КОРОТКОВСКАЯ Е. В. 284
КОРЧЕМЕНКО С. В. 41
КОСТЕНКО Л. В. 104
КРАВЕЦ Е. М. 106
КРАВЧУК Т. Я. 108, 109
КУЗЬМИНА Е. В. 219

КУКЕНОВ Ж. Ж. 3
КУЛАК Г. В. 222
КУЛЕШОВ В. К. 212
КУПО А. Н. 45, 47
КУРТЕНКО С. Ф. 120
КУШНЕР Т. Л. 42

Л

ЛАПАТИН А. О. 288
ЛЕОНЕНКО А. С. 224
ЛЕШКЕВИЧ М. Л. 169
ЛИСОВИЧ П. А. 226
ЛИСТОПАД В. В. 43
ЛИСТОПАД Н. П. 111
ЛИТВИНЕНКО А. А. 112
ЛОБАНОК Л. В. 52, 172
ЛОБАНОК М. В. 52, 172
ЛУКАШЕВИЧ С. А. 45, 47
ЛУКАШИК Е. Я. 35, 70
ЛУЦЕВИЧ А. А. 50
ЛЮБИНСКИЙ К. А. 256
ЛЮЛЬКИН А. Е. 228
ЛЯЦКАЯ А. В. 7

М

МАКАРЕВИЧ А. В. 265
МАКАРЕВИЧ Т. А. 49
МАКАРЕНКО А. В. 173
МАЛИШЕВСКИЙ В. Ф. 50
МЕДВЕДСКИЙ А. В. 234, 235
МИРСКАЯ Е. И. 230
МИХЕД Е. Н. 155
МОЖЕЙ Н. П. 231
МОЛНАР А. А. 175
МОРОЗОВА И. М. 52
МУРАВЬЕВ Г. Л. 254, 268
МУХА Ф. Ф. 114
МУХОВ С. В. 268
МЯКИНА С. А. 93

Н

НАУМЮК Е. П. 70
НЕКРАСОВА Г. Н. 169, 285
НЕНАРТОВИЧ М. В. 116
НИКОЛАЕНКО Т. В. 222
НИКОНОВА Т. В. 54
НОВАК С. С. 233

О

ОВСИЮК Е. М. 201, 251, 270, 273
ОРЛИКОВ Л. Н. 177
ОСТАПОВЕЦ А. С. 118

П

ПАВЛЕНКО А. П. 193
ПАШКО А. К. 35, 153
ПЕТРУКОВИЧ Д. А. 55
ПИРЮТКО О. Н. 120

ПЛОХОДЬКО В. Р. 234, 235
ПОТАЧИЦ В. А. 212
ПРИХАЧ Н. К. 178
ПРОХОРОВ Д. И. 122
ПРУСОВА И. В. 178
ПУЛЯШКО Р. А. 197

Р

РАВУЦКАЯ Ж. И. 124, 126
РАДЮК Д. И. 57, 58
РОДИН С. В. 59
РОМАНЧУК Т. А. 60
РОПОТ П. И. 222
РУБАНИК О. Е. 54
РУЖИЦКАЯ Е. А. 180

С

САБАДАШ Г. Н. 128
САВАСТЕНКО Н. А. 235, 237, 239
САВЕНКО В. С. 241
САВИЛОВА Ю. И. 59
САВИЦКИЙ Ю. В. 181, 183
САВЧУК О. Ф. 157
САФАНКОВ Е. И. 185
САФРОНОВ А. П. 270, 273
СВЕНТЕЦКАЯ Г. Д. 130
СЕЛЮЖИЦКАЯ М. А. 131
СЕМЕНИХИНА Е. В. 61
СЕМЕНОВА К. В. 256
СЕРГИЕНЯ С. А. 243
СЕРЬИ А. И. 63, 64
СКВОРЦОВА С. А. 134
СОЛОВЬЁВА И. Ф. 66
СОЛОДКИЙ Д. И. 82
СТАРОВОЙТОВА О. В. 136
СТРОГОНОВА Т. В. 68

Т

ТЕРЕШКО Е. В. 30
ТРАВИН В. В. 137, 139
ТРОИЦКИЙ О. А. 241
ТУРИЦЕВ Л. С. 68
ТУРОВЕЦ Т. С. 140
ТУСУПБЕКОВА А. С. 191

У

УТЮМОВА Е. А. 23

Ф

ФЕДОРЕНКО М. В. 106

Х

ХАНЕНЯ О. И. 245
ХВЕЩУК В. И. 268
ХИЛЬМАНОВИЧ В. Н. 37, 39, 70
ХОМЕНКО Л. Н. 186

Ц

ЦУПА И. Д. 142

Ч

ЧЕБУРКИНА Т. Н. 143

Ш

ШАНДАРОВ С. М. 177
ШАПОВАЛОВ В. М. 282, 288
ШАРКО С. А. 206
ШАХИНА И. Ю. 118, 208, 210
ШЕВКО И. Я. 145
ШЕЛЕВЕР Л. В. 147, 149
ШЕПЕЛЕВИЧ В. Г. 216
ШЕРШНЕВ Е. Б. 45, 47
ШИКУРОВА А. А. 151
ШИЛИНЕЦ В. А. 72, 247
ШИЛЯЕВА К. П. 21
ШОХА В. П. 43
ШУРПАЧ И. В. 99
ШУТОВА Е. А. 188, 288

Щ

ЩЕРБОВИЧ А. А. 234, 237, 239
ЩУР С. Н. 74

Ю

ЮРЧУК В. А. 222
ЮХНОВСКАЯ О. В. 15

Я

ЯКУБОВИЧ Т. С. 257

В

BALAN V. 195, 251

С

CAO ZEYA 33

N

NEAGU M. 195

X

XING ZEXI 133

Содержание



Секция 1

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

АГИШЕВА А. А., КУКЕНОВ Ж. Ж. ДЕФОРМАЦИЯ ЦЕННОСТНОЙ СФЕРЫ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫМ ПРОГРАММАМ	3
БОКУТЬ Л. В., ЗАЙЦЕВА А. А. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ОСЦИЛЛОГРАФА КАК ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	5
БРОВКА Н. В., ЛЯЦКАЯ А. В. О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ	7
БУЙ М. В., ДЕЛИКАТНАЯ И. О. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ	9
ВЕЛЬКО О. А., КЕПЧИК Н. В. РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭВРИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ПРИМЕРАХ ОТКРЫТЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ	11
ВОРОБЕЙ Л. А. ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ	13
ГОРЯЧУН Н. В. ЧТО ДОЛЖНО СОДЕРЖАТЬ «УМНОЕ ПОСОБИЕ» ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В ВУЗЕ?	14
ГУНДИНА М. А., КОНДРАТЬЕВА Н. А., ЮХНОВСКАЯ О. В. ПРИМЕНЕНИЕ WOLFRAM MATHEMATICA В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТА	15
ГУЦКО Н. В. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	17
ДЕГТЯРЕВА О. В. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ	19
ДЕЛИКАТНАЯ И. О., ДОЦЕНКО Е. И., ШИЛЯЕВА К. П. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КВАЛИМЕТРИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ ФИЗИКИ	21
ДУДАРЕВА Н. В., УТЮМОВА Е. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕЙС-МЕТОДА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ	23
ЖАРИХИНА Л. П., ДУШЕИНА Л. В. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ КООРДИНАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ	24
ЗЕНЬКО С. И. О ДИАГНОСТИЧЕСКОМ ИНСТРУМЕНТАРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНЯТИЙНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ	26
ИВАЩЕНКО И. А. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА»	28
ИГНАТЕНКО В. В., ТЕРЕШКО Е. В. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ	30
ИГНАТОВИЧ С. В., ЕФРЕМОВА М. И. УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	31
САО ZEYA. TRAINING AND EDUCATION IN CHINA: THE PAST AND THE PRESENT	33

КЛИНЦЕВИЧ С. И., ЛУКАШИК Е. Я., ПАШКО А. К. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ УЧЕБНЫЕ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ДЛЯ Z-ПОКОЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ	35
КЛИНЦЕВИЧ С. И., ХИЛЬМАНОВИЧ В. Н., БЕРТЕЛЬ И. М. УЧЁТ ДЕРИВАЦИИ В КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДИКАХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕРАКТИВНЫХ СРЕД ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ	37
КОПЫЦКИЙ А. В., ХИЛЬМАНОВИЧ В. Н. ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ МНОЖЕСТВА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ВЫБОРКАХ ОГРАНИЧЕННОГО ОБЪЁМА	39
КОРЧЕМЕНКО С. В. ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ВОЕННОМ ВУЗЕ	41
КУШНЕР Т. Л. ЭЛЕМЕНТЫ ИНФОРМАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ	42
ЛИСТОПАД В. В., ШОХА В. П. О РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ МАТРИЧНОЙ АЛГЕБРЫ В MS EXCEL НА ЗАНЯТИЯХ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ	43
ЛУКАШЕВИЧ С. А., КУПО А. Н., ШЕРШНЕВ Е. Б. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО РАЗДЕЛУ «КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ»	45
ЛУКАШЕВИЧ С. А., ШЕРШНЕВ Е. Б., КУПО А. Н. ВНЕДРЕНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОШИБОЧНЫМ ПОНИМАНИЕМ ПРИНЦИПА СООТВЕТСТВИЯ	47
МАКАРЕВИЧ Т. А. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА	49
МАЛИШЕВСКИЙ В. Ф., ЛУЦЕВИЧ А. А. РОЛЬ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ С МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ	50
МОРОЗОВА И. М., КЕМЕШ О. Н., ЛОБАНОВ Л. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ	52
НИКОНОВА Т. В., РУБАНИК О. Е. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭУМК И СДО MOODLE В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	54
ПЕТРУКОВИЧ Д. А. ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ИЗЛОЖЕНИИ ТЕМЫ «ПОЛЯРНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ»	55
РАДЮК Д. И. ИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНШЕТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ	57
РАДЮК Д. И. ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ОНЛАЙН-ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ	58
РОДИН С. В., САВИЛОВА Ю. И. О ПРИНЦИПЕ ЛЕ ШАТЕЛЬЕ-БРАУНА В КУРСЕ ФИЗИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА	59
РОМАНЧУК Т. А. СПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТА К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ	60
СЕМЕНИХИНА Е. В., ДРУШЛЯК М. Г. О ВЗАИМОСВЯЗИ МНЕМОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	61
СЕРЫЙ А. И. К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЭФФЕКТ ЗАМЕДЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ»	63
СЕРЫЙ А. И. К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЭФФЕКТ ДОППЛЕРА»	64
СОЛОВЬЁВА И. Ф. ИЗ ОПЫТА ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	66
СТРОГОНОВА Т. В. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В УЧРЕЖДЕНИЯХ МЕДИЦИНСКОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	68
ТУРИЦЕВ Л. С. О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ	68
ХИЛЬМАНОВИЧ В. Н., ЛУКАШИК Е. Я., НАУМЮК Е. П. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ	70
ШИЛИНЕЦ В. А. О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ (В ЭКОНОМИКЕ)»	72
ЩУР С. Н. ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ К ВОСПИТАНИЮ СОЗНАТЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ УЧАЩИХСЯ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ	74

Секция 2

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

АРТЁМОВА Е. В. ФОРМИРОВАНИЕ МЕДИАКУЛЬТУРЫ ПЕДАГОГОВ КАК ОСНОВА НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ИНФОРМАТИКЕ	78
АСТАПЕНКО Г. Г., БОНДАРЬ С. Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА УРОКАХ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ 5–6 КЛАССОВ	79
БЕЛАЯ О. Н., КИЗИНО Н. А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПО ФИЗИКЕ	80
БОНДАРЕНКО А. В., СОЛОДКИЙ Д. И. СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ФОРМАТЕ ОНЛАЙН-УРОКОВ	82
БОНДАРЬ С. Р., АСТАПЕНКО Г. Г., АСТАПЕНКО Д. А. КЕЙС-МЕТОД НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	84
БУЧКО О. И. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ	85
ВАКУЛИЧ М. Г. ОТ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ УМЕНИЯМ	86
ГЕРАСИМЕНОК Е. Н. КОМПЛЕКС ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «САЙТ-КОНФЕРЕНЦИЯ-ЧАТ» КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	88
ГЛЕБОВИЧ В. И. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГРАФИКОВ	89
ГОБУЗОВА А. Н., ИВАНЕНКО Л. А. ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	91
ГУЦКО Н. В., МЯКИНА С. А. ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»	93
ЕВЖИК Е. И. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ «4К»-КОМПЕТЕНЦИЙ	95
ЕФИМЧИК И. А., ДАВЫДОВСКАЯ В. В. МОТИВАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТА «ИНФОРМАТИКА»	96
ЕФРЕМОВА М. И., ИГНАТОВИЧ С. В. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ	98
ИВАНЕНКО Л. А., ШУРНАЧ И. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	99
КОЗАК Л. П. ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОМУ УРОКУ И КРИТЕРИИ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ	101
КОПЫЛОВА В. М. ПРИМЕНЕНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВА УЧЕТА РАЗЛИЧНЫХ СТИЛЕЙ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	103
КОСТЕНКО Л. В. ИДЕИ ГЛЕНА ДОМАНА НА УРОКАХ ФИЗИКИ	104
КРАВЕЦ Е. М., ФЕДОРЕНКО М. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНСТРУКТОРА LEGO WEDO НА УРОКАХ ФИЗИКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ XXI ВЕКА	106
КРАВЧУК Т. Я. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ МАТЕМАТИКЕ В РЕЖИМЕ УЧЕБНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	108
КРАВЧУК Т. Я. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ	109
ЛИСТОПАД Н. П. РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ	111
ЛИТВИНЕНКО А. А. ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ 5–9 КЛАССОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ К ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМУ ТЕСТИРОВАНИЮ	112
МУХА Ф. Ф. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ	114
НЕНАРТОВИЧ М. В. К ВОПРОСУ ГРАФИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ КАК ОДНОГО ИЗ ВИДА НАГЛЯДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	116
ОСТАПОВЕЦ А. С., ШАХИНА И. Ю. РОБОТОТЕХНИКА КАК ОСНОВА STEM-ОБРАЗОВАНИЯ	118

ПИРЮТКО О. Н., ГУЛО И. Н., КУРТЕНОК С. Ф. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАКОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ РЕШЕНИИ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ	120
ПРОХОРОВ Д. И. ПРИМЕНЕНИЕ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	122
РАВУЦКАЯ Ж. И. МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ	124
РАВУЦКАЯ Ж. И. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ	126
САБАДАШ Г. Н. МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	128
СВЕНТЕЦКАЯ Г. Д. ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ	130
СЕЛЮЖИЦКАЯ М. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	131
XING ZEXI. WAYS TO FOSTER PATRIOTISM IN PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA	133
СКВОРЦОВА С. А. ПОТЕНЦИАЛ КУРСА МАТЕМАТИКИ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ КАК ОСНОВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ В 5–9 КЛАССАХ	134
СТАРОВОЙТОВА О. В., ВОРОНЕНКО К. В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИКИ	136
ТРАВИН В. В., БАНЬ А. А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ПО АЛГЕБРЕ В ПАКЕТЕ GEOGEBRA	137
ТРАВИН В. В., БИРЮК А. М. ПОИСКОВЫЕ ГОЛОВОЛОМКИ КАК ФОРМА ТВОРЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УЧАЩИХСЯ	139
ТУРОВЕЦ Т. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ И ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	140
ЦУПА И. Д. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	142
ЧЕБУРКИНА Т. Н. ЧИСЛОВЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ И ПРОГРЕССИИ В ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧАХ ПО МАТЕМАТИКЕ	143
ШЕВКО И. Я. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WEB 2.0 НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ	145
ШЕЛЕВЕР Л. В. АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ	147
ШЕЛЕВЕР Л. В. ФОРМИРОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ НА ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ИНФОРМАТИКЕ В КОНТЕКСТЕ ПАРАДИГМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	149
ШИКУРОВА А. А. ПРОГРАММА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ «ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ»	151

Секция 3

Современные подходы к преподаванию общетехнических и специальных дисциплин на уровнях профессионально-технического, среднего специального и высшего образования

АНДРЕЕВА Т. К., ПАШКО А. К. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	153
БАКЛАНЕНКО Л. Н., КЛЯПЕЦ Е. Л., МИХЕД Е. Н. МЕСТО И РОЛЬ КОНТРОЛЯ ПО ПРЕДМЕТАМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	155
БАРКОВСКАЯ М. М., САВЧУК О. Ф. УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	157
ГОЛОЗУБОВ А. Л. ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ-ИНЖЕНЕРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	158

ГУМИНСКИЙ С. А., КОВАЛЬЧУК И. Н. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «БУМЕРАНГ» В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРОСЛЫХ	160
ЕГОРОВ Н. Н. ИЗУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В MS EXCEL	162
ЗАВАДСКАЯ В. М., КЛИНЦЕВИЧ С. И. СЛОЖНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ	164
КАРПИНСКАЯ Т. В. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ»	166
КОВАЛЬЧУК И. Н., ГУЛАК А. У. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	168
ЛЕШКЕВИЧ М. Л., НЕКРАСОВА Г. Н. ТЕХНОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛОСКОРЕЛЬЕФНОЙ РЕЗЬБЫ ПО ДРЕВЕСИНЕ	169
ЛОБАНOK Л. В., ЛОБАНOK М. В. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ КАК МОТИВАЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ В ВУЗАХ	172
МАКАРЕНКО А. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»	173
МОЛНАР А. А., БАН Г. Й., ГАЛ Д. Л., ГАЙСАК А. И. ИЗУЧЕНИЕ КУРСА «АНАЛОГОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА» СТУДЕНТАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ ПОДДЕРЖКИ УНИВЕРСИТЕТОВ ФИРМЫ TEXAS INSTRUMENTS	175
ОРЛИКОВ Л. Н., ШАНДАРОВ С. М. ОПЫТ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ЧЕРЕЗ ТВОРЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ИЗУЧАЕМЫХ ДИСЦИПЛИНАХ	177
ПРИХАЧ Н. К., ПРУСОВА И. В. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»	178
РУЖИЦКАЯ Е. А. ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ БУДУЩИМИ ПРОГРАММИСТАМИ	180
САВИЦКИЙ Ю. В. ИНТЕРАКТИВНЫЕ АНИМАЦИОННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	181
САВИЦКИЙ Ю. В. ОРГАНИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ТЕСТОВОЙ ВЫБОРКИ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	183
САФАНКОВ Е. И., ГРИДЮШКО А. И. ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА	185
ХОМЕНКО Л. Н., ДАНИК Л. А. АНАЛИЗ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОТДЕЛКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГИИ	186
ШУТОВА Е. А., ДУБОДЕТ В. П. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭУМК ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС»	188

Секция 4

Актуальные проблемы научных исследований в области физики, математики и информатики

АГИШЕВА А. А., ТУСУПБЕКОВА А. С. КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОПЫТОК ПЕРЕСМОТРА ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ АТОМА	191
АХРАМЕНКО Н. А., ПАВЛЕНКО А. П., ДОЦЕНКО Е. И. ОЦЕНКА НЕОДНОРОДНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ВНУТРИ ВИТКА С ТОКОМ	193
BALAN V., NEAGU M. RICCI AND DEFLECTION d-TENSOR IDENTITIES ON THE DUAL 1-JET SPACE $J^{1*}(\mathbb{R}, M)$	195
БАРКОВСКАЯ М. М., ПУЛЯШКО Р. А. СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ	197
БУРЫЙ А. В., ИВАШКЕВИЧ А. В. СОБСТВЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА СПИРАЛЬНОСТИ ДЛЯ ЧАСТИЦЫ СО СПИНОМ 2	199

БУРЫЙ А. В., ИВАШКЕВИЧ А. В., ОВСИЮК Е. М. СТРУКТУРА ПЛОСКИХ ВОЛН ДЛЯ БЕЗМАССОВОЙ ЧАСТИЦЫ СО СПИНОМ 2	201
ВОРОНЕНКО К. В. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАНИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД	204
ГАЛЕНКО Е. Н., ШАРКО С. А. ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЁВ ЗОЛОТА В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПУЧКА РАСПЫЛЁННЫХ АТОМОВ	206
ГОНТА В. В., ШАХИНА И. Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ	208
ГРИГА Н. В., ШАХИНА И. Ю. СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	210
ГРИЦУК Д. В. ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНОЙ π -ДЛИНЫ π -РАЗРЕШИМОЙ ГРУППЫ, У КОТОРОЙ СИЛОВСКИЕ ПОДГРУППЫ ИЗ ФАКТОРОВ ИМЕЮТ ЗАДАННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ	211
ЕСМАН А. К., ЗЫКОВ Г. Л., ПОТАЧИЦ В. А., КУЛЕШОВ В. К. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ФОТОТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БАТАРЕЯ	212
ЖУК А. И., ЗАЦУК Е. Н. РЕШЕНИЕ СИСТЕМ НЕАВТОНОМНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	214
ЗЕРНИЦА Д. А., ШЕПЕЛЕВИЧ В. Г. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ РАЗОРИЕНТАЦИИ В БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ БЕССВИНЦОВЫХ ФОЛЫГАХ СИСТЕМЫ Sn-Zn	216
КНЯЗЕВ М. А. ТОПОЛОГИЧЕСКИ НЕТРИВИАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ УРАВНЕНИЯ ФИШЕРА–КОЛМОГОРОВА–ПЕТРОВСКОГО–ПИСКУНОВА	218
КУЗЬМИНА Е. В. О СХОДИМОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ РЕШЕНИЙ АППРОКСИМИРУЮЩИХ УРАВНЕНИЙ	219
КУЛАК Г. В., НИКОЛАЕНКО Т. В., РОПОТ П. И., ЮРЧУК В. А. ДВУКРАТНАЯ БРЭГГОВСКАЯ ДИФРАКЦИЯ БЕССЕЛЕВЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ НА УЛЬТРАЗВУКЕ В КРИСТАЛЛАХ ПАРАТЕЛЛУРИТА	222
ЛЕОНЕНКО А. С. МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ	224
ЛИСОВИЧ П. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ	226
ЛЮЛЬКИН А. Е. АСИНХРОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	228
МИРСКАЯ Е. И. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВЫХ ДВУХ МОМЕНТОВ ОДНОЙ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ	230
МОЖЕЙ Н. П. АЛГЕБРЫ ГОЛОНОМИИ АФФИННЫХ СВЯЗНОСТЕЙ НА РЕДУКТИВНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ	231
НОВАК С. С., ГОЛУБ А. А. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «НОВОСТИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА REACT NATIVE	233
ПЛОХОДЬКО В. Р., МЕДВЕДСКИЙ А. В., ЩЕРБОВИЧ А. А. ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ОКСИДА ЦИНКА	234
САВАСТЕНКО Н. А., МЕДВЕДСКИЙ А. В., ПЛОХОДЬКО В. Р. АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ ФОТОДЕГРАДАЦИИ МЕТИЛОВОГО ОРАНЖЕВОГО И КОФЕИНА БЕНЗОАТА НАТРИЯ	235
САВАСТЕНКО Н. А., ЩЕРБОВИЧ А. А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМО- АКТИВИРОВАННЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ TiO ₂ : I. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПОГЛОЩЕНИЯ	237
САВАСТЕНКО Н. А., ЩЕРБОВИЧ А. А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМО- АКТИВИРОВАННЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ TiO ₂ : II. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ КИНЕТИЧЕСКОЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	239
САВЕНКО В. С., ТРОИЦКИЙ О. А., АСТАПЕНКО И. А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОНДЕРОМОТОРНЫХ ФАКТОРОВ В ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТИ	241
СЕРГИЕНЯ С. А., ГОЛУБ А. А. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ WEB- ПРИЛОЖЕНИЙ	243
ХАНЕНЯ О. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРАВЕНСТВА КОШИ ПРИ РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ	245
ШЫЛІНЕЦ У. А., АНДРУШКЕВІЧ М. Д. ДАСЛЕДАВАННЕ АДНОЙ СІСТЭМЫ ДЫФЕРЭНЦЫАЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ МЕТАДАМІ ГІПЕРКАМПЛЕКСНАГА АНАЛІЗУ	247

Секция 5

Математическое и компьютерное моделирование физических систем, процессов и явлений

БАЗАРБАЕВА А. Б. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СВЕТА	249
BALAN V., BURYU A. V., IVASHKEVICH A. V., OVSIYUK E. M. ON THE MATRIX EQUATION FOR A SPIN 2 PARTICLE IN PSEUDO-RIEMANNIAN SPACE-TIME, TETRAD METHOD	251
ВОЛК И. А., МУРАВЬЕВ Г. Л. РАСШИРЯЕМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАБОТЫ С НЕЙРОСЕТЕВЫМИ АРХИТЕКТУРАМИ	254
ГАЦКЕВИЧ Е. И., ЛЮБИНСКИЙ К. А., СЕМЕНОВА К. В. ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ЛЕНТЫ МЕБИУСА	256
ГАЦКЕВИЧ Е. И., ЯКУБОВИЧ Т. С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ПЛЁНКА – ПОДЛОЖКА В MATHCAD	257
ГРИГОРЬЕВ А. А. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ В СРЕДЕ MAPLE	259
ДАВЫДОВСКАЯ В. В., ЕФИМЧИК И. А. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В SIMULINK MATLAB	261
КОРАЛЬКОВ А. Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ	264
МАКАРЕВИЧ А. В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЕТА ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ФУТБОЛЬНОГО МЯЧА	265
МУРАВЬЕВ Г. Л., ХВЕЩУК В. И., МУХОВ С. В. ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ	268
ОВСИЮК Е. М., КОРАЛЬКОВ А. Д., САФРОНОВ А. П., БЛОЦКАЯ Д. С. ЧАСТИЦА СО СПИНОМ 1/2 И ДВУМЯ МАССОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ВО ВНЕШНЕМ КУЛОНОВСКОМ ПОЛЕ	270
САФРОНОВ А. П., ОВСИЮК Е. М., БЛОЦКАЯ Д. С. УРАВНЕНИЕ ДИРАКА ДЛЯ Р-АСИММЕТРИЧНОЙ ЧАСТИЦЫ В ОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ, ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ	273

Секция 6

Использование прогрессивных материалов и технологий в машиностроении и строительстве: опыт и перспективы

АГИШЕВ Б. Т., АУБАКИРОВА Э. А. ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АРМИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ	278
АУБАКИРОВА Э. А., АГИШЕВ Б. Т. ОЦЕНОЧНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	280
ДУБОДЕЛ В. П., ЗЛОТНИКОВ И. И., ШАПОВАЛОВ В. М. ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА СВОЙСТВА БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ	282
КОРОТКОВСКАЯ Е. В. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА В СТРОИТЕЛЬНОЙ И ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛЯХ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК САРАТОВСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА	284
НЕКРАСОВА Г. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СИНТЕЗ ЖАРОСТОЙКОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ДОЛОМИТОВОГО КЛИНКЕРА	285
ШУТОВА Е. А., ШАПОВАЛОВ В. М., ДУБОДЕЛ В. П., ЛАПАТИН А. О. ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПМК	288
ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ	291

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ДИСЦИПЛИНАМ

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

Материалы XIII Международной
научно-практической интернет-конференции

Мозырь, 25–26 марта 2021 г.

Корректоры *Т. И. Татарина, Е. В. Сузько*
Оригинал-макет *Л. Н. Добрянская*

Подписано в печать 08.06.2021. Формат 60x90 1/8. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 37,5. Уч.-изд. л. 30,27.
Тираж 97 экз. Заказ 10.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Мозырский государственный
педагогический университет имени И. П. Шамякина».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий N 1/306 от 22 апреля 2014 г.
Ул. Студенческая, 28, 247777, Мозырь, Гомельская обл.
Тел. (0236) 24-61-29.