

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
(КемГУ)

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИКЕ, ХИМИИ,
МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ**

Материалы симпозиума в рамках
XV (XLVII) Международной научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Образование, наука, инновации: вклад молодых
исследователей»

Выпуск 21

Об издании – [1](#), [2](#), [3](#)

Кемерово
2020

ББК 22+24+73(2Рос-4Кем)73я431
УДК 51+53+54+51+004
Ф 94

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Кемеровского государственного университета

Редакционная коллегия:

Просеков А.Ю. – ректор КемГУ, председатель;
Журавлев Ю.Н. – проректор по стратегическому развитию КемГУ;
Поддубиков В.В. – начальник НИУ.

Ф 94 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИКЕ, ХИМИИ, МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ: материалы симпозиума XV (XLVII) Международной научно-практической конференции «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей» [Электронный ресурс] / сост. А.Н. Порохнов, С.Ю. Завозкин; Кемеровский государственный университет. – Электрон. дан. (объем 7,86 Мб).– Кемерово: КемГУ, 2020. – Вып. 21. –1 электрон. опт.диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 1,2 ГГц; 512 Мб оперативной памяти; видеокарта SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit); 10 Мб свободного дискового пространства; операц. система Windows XP и выше; Adobe Reader. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8353-2624-2

В сборнике представлены труды студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ.

Работы посвящены актуальным вопросам в области математических и физико-химических наук.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов, студентов вузов, а также учащихся средних учебных заведений.

ISBN 978-5-8353-2624-2

УДК 51+53+54+51+004

ББК 22+24+73(2Рос-4Кем)73я431

© Авторы научных статей, 2020

© Кемеровский государственный
университет», 2020

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

Компьютер: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 1,2 ГГц; ОЗУ 512 Мб; 10 Мб на жестком диске; видеокарта SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM.

Операционная система: Windows XP и выше.

Программное обеспечение: Adobe Reader.

© Авторы научных статей, 2020

© Кемеровский государственный университет», 2020

Оглавление

ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА	8
ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО МЕХАНИКЕ КАК МЕТАПРЕДМЕТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ Буланова И.Е.	8
МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ТЕРМОДИНАМИКЕ Шачнева Ю.Ю.	9
DFT ИССЛЕДОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$ Тимофеев В.С.	11
РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ К ФИЗИЧЕСКОМУ ПРАКТИКУМУ ПО ТЕМЕ «ФОТОЭФФЕКТ» Матвеева А.О.	14
ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ОМА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ Зыкова Л.А.	17
РАЗРАБОТКА БАНКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА» Вельможная Е.Н.	20
СИНТЕЗ МЕЛКОПОРИСТЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ФИЛЬТРОВ В ПРОЦЕССЕ АЭРОЗОЛЬНОГО CVD-СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК Богоманова М.П., Ломакин М.В.	22
РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ ПО ТЕМЕ «РЕФРАКТОМЕТРИЯ» Лисицына Т.А.	28
СТРУКТУРНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОДИДА ХОЛИНА ПОД ДАВЛЕНИЕМ Гордиенко К.А.	31
РАЗРАБОТКА КЕЙС-ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ Кудисов Н.Г.	33
УСТАНОВКА ПО РЕАКТИВАЦИИ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ Поляков С.В.	35
РАЗРАБОТКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА Яковлев А.Н.	37
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ	39
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА ¹ Бин С.В., ² Суровая В.Э.	39
ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ МУТНОСТИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД ¹ Бин С.В., ² Суровая В.Э., ² Караулова А.Н.	42
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА Урбан Е.В.	45
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИНТЕЗА ПОЛИЭФИРА АЛКИЛАНТАРНОЙ КИСЛОТЫ Бузмакова Г.А.	47
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИНАРНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-ПЛАТИНА Артемьева С.Г.	49
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.....	52
СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ Al_2O_3 С ПРИМЕСЬЮ ХРОМА Бакашев Т.Р., Храмченко Д.И.	52
ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ДЕТЕКТОРОВ (ТЛД-К И ТЛД-500) И ПРИРОДНОЙ СОЛИ ПРИ БОЛЬШИХ ДОЗАХ ОБЛУЧЕНИЯ Бакашев Т.Р., Храмченко Д.И.	55
СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЛЕГИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ LiF Даценко Е.И.	58

ЛАЗЕРНОЕ ИНИЦИИРОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИЙ НАНОЧАСТИЦЫ «ЯДРО-ОБОЛОЧКА» <i>Галкина Е. В., Галкина В. В.</i>	61
МИКРООЧАГОВАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, СЕНСИБИЛИЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ МЕДИ <i>Галкина В. В.</i>	64
СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ KI И CsI <i>Кузнецова П.Н.</i>	66
ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ ДОЗИМЕТРИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В БАТКЕНСКОМ РАЙОНЕ КЫРГЫЗСТАНА <i>Орозбаева Гуласель, Маккамбаева Мунира</i>	69
СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРОБ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАТКЕНСКОГО РАЙОНА КЫРГЫЗСТАНА И ИХ СРАВНЕНИЕ С ПРОБАМИ, ОТОБРАННЫМИ В Г. КЕМЕРОВО <i>Маккамбаева Мунира, Орозбаева Гуласель</i>	72
СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ <i>Цветков В.Э.¹, Зыков И.Ю.¹, Галкина В.В.²</i>	76
СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ LiF, Al ₂ O ₃ И SiO ₂ <i>Винодиктов П.О.</i>	78
НИТ В СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И В ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТАХ	82
МОДУЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ СТЕНОЗОВ СОСУДОВ НА АНГИОГРАФИИ <i>Ангурова Д.Д.</i>	82
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СТИЛИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА <i>Коваценко И.О., Антонов А.Д.</i>	83
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ <i>Баранова В.Д., Рябчевская С.С., Мухаметжанов С.А.</i>	85
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДОСТУПА К ЭЛЕКТРОННОМУ КАТАЛОГУ МАУК «МИБС» <i>Вальков В.В., Потягайло В.В., Талягин Н.А.</i>	89
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УДОБНОГО ДОСТУПА К УСЛУГАМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОВЗ <i>Воробьев Н.А., Ефимова А.М.</i>	92
СЕРВИСЫ МУЛЬТИПОСТИНГА <i>Е. Г. Юлдашев, П. С. Гашков</i>	95
ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ГИДРОДИНАМИКИ <i>Городилов Д.В.</i>	97
СИСТЕМА МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ <i>Гуров Е.С., Давзит И.П., Перевалов К.С.</i>	100
СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ WEB ПОРТАЛОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ <i>Дементьев А.А.</i>	102
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ СТЕНОЗОВ КОРОНАРНЫХ СОСУДОВ С УЧЕТОМ АУГМЕНТАЦИИ ДАННЫХ <i>Журавлева Е.Г.</i>	104
ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЗВОНКОВ НА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ <i>Колесник Т. О.</i>	108
ПОДСИСТЕМА «УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТА» ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРОЙ <i>Константинов В.В., Кумурджи А.Д.</i>	111
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ВОЗДЕЙСТВИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА НА ЗДАНИЕ <i>Лукьянов А.К., Фрянова К.О.</i>	114

ПОДСИСТЕМА «АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ» ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРОЙ <i>П. С. Малашин, А. И. Нейман</i>	115
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ <i>Д.Ю. Новиков, К.Г. Каретин, В.С. Матрос, В.А. Ануфриев, М.С. Ерёмин</i>	118
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСПОЗНОВАНИЯ КОРОНАРНЫХ СОСУДОВ И ОБНОРУЖЕНИЯ СТЕНОЗОВ НА РЕНТГЕНОГРАММАХ <i>Новиков И.С.</i>	121
ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ <i>Черноусов А.Е., Баширова А.А.</i>	124
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН	129
МЕТОДЫ И ПРИЁМЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОПРОСОВ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ В УЧЕБНОЙ И ВНЕУЧЕБНОЙ РАБОТЕ В 7-8 КЛАССАХ <i>Артамонов И.Ю.</i>	129
ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО МАТЕМАТИКЕ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕРЕСА У УЧАЩИХСЯ 5 КЛАССОВ <i>Арышева Я.Д.</i>	132
РЕШЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ <i>Бабаджанова В.А.</i>	135
ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПО ТЕМЕ «ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПРЯМЫХ И ПЛОСКОСТЕЙ. ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ПРЯМЫХ И ПЛОСКОСТЕЙ» С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «GEOGEBRA» <i>Бойчук Д.Н.</i>	138
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМ МЕНЕЛАЯ И ЧЕВЫ В ОНЛАЙН КУРСЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ <i>Вотинцева А.В.</i>	141
МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ЭКОНОМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ <i>Гусакова К.В.</i>	144
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВА ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ ПО РЕШЕНИЮ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ <i>Едакина К. П.</i>	146
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ» <i>Еремеева А.Е.</i>	150
ВЕКТОРЫ В ПРОСТРАНСТВЕ. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ НАД ВЕКТОРАМИ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДОМ КООРДИНАТ <i>Ермакова Т.Б.</i>	152
РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОГО РИСУНКОВ ПО ТЕМЕ «СИММЕТРИЯ» СРЕДСТВАМИ GEOGEBRA <i>Журавлева К.Н.</i>	154
ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ «УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА С ПАРАМЕТРАМИ В 9 КЛАССЕ» <i>Кузнецова А.</i>	155
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «ПОДОБИЕ ФИГУР НА ПЛОСКОСТИ» ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ УЧАЩИХСЯ <i>Попова А.И. Кемеровский Государственный Университет vooxi@yandex.ru</i>	159
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ В 7-8 КЛАССАХ С ПОМОЩЬЮ ЗАДАЧ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ <i>Рузавина Т.Р.</i>	162
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ К ПРОФИЛЬНОМУ ЕГЭ ОБУЧАЮЩИХСЯ ГУМАНИТАРНЫХ КЛАССОВ <i>Рябова А.М.</i>	165
ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ТЕЛ С ПОМОЩЬЮ ОПРЕДЕЛЁННОГО ИНТЕГРАЛА <i>Федорова Е.Г. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» fgfdg2016@gmail.com</i>	167

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКА К НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ПЛОЩАДЬ» Федорова К. А.	168
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА.....	171
СЦЕНАРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» Барышева В.Р.	171
ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЧЕНИЯМИ ВЯЗКОЙ СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ Бодров А.О.	173
ЛЕВОИНВАРИАНТНЫЕ ПАРАКОМПЛЕКСНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ЧЕТЫРЕХМЕРНЫХ СИМПЛЕКТИЧЕСКИХ ГРУППАХ ЛИ Бородкин Н.С.	175
ОБЪЕКТНЫЕ И ТРАНЗАКЦИОННЫЕ БЛОКИРОВКИ ДАННЫХ Воронов А.А.	176
ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В МОДЕЛИ КАРОТИДНОЙ БИФУРКАЦИИ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ СТЕНКОЙ Кустов А. С.	178
О ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ И НЕДИФФЕРЕНЦИРУЕМОСТИ ФРАКТАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ Леончик П. А.	181
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ Литвищенко Д.В.	184
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ НА БАЗЕ ЭЛЛИПЧЕСКИХ КРИВЫХ Лопатина Н.К.	186
ОБОСНОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСЩЕПЛЕНИЯ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ СМЕСИ ВЯЗКИХ СЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ Малыгин Д.Д.	187
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБОБЩЕННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КАРОТИДНОЙ БИФУРКАЦИИ Невзоров В.А.	190
КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМАХ Ненашев А.А.	193
КОМПЛЕКСНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ СМЕСИ ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ Севастьянов Р.А.	195
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ОБМЕНОВ В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ Сташкова В.А.	197
ЛЕВОИНВАРИАНТНЫЕ ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ТРЕХМЕРНЫХ ГРУППАХ ЛИ Суворова Ю. П.	199
ГРАФЫ МНОГОГРАННИКОВ ДЖОНСОНА Торопов Д.Е.	201
ПРИЛОЖЕНИЕ ГРАФОВ К РЕШЕНИЮ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ Шавина А. А.	203
СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ГАМИЛЬТОНОВОСТИ ГРАФОВ Шавина И. А.	205
ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ПЯТИМЕРНЫХ ГРУППАХ ЛИ Шагабудинова И.Ю.	208
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА	210
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ЛИНЕАМЕНТОВ Ермолаева Д.А.	210
АВТОРЕГРЕССИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА Мухачёв М.Ю., Мухачёва А.В.	213
О СРЕЗКАХ ДИСКРИМИНАНТА МНОГОЧЛЕНА СТЕПЕНИ ЧЕТЫРЕ Никзад М.	216
РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ТРЕНАЖЕРА «НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ» ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» Прокопчук Ф. А., Казакевич И. А.	218

УДК 372.853

ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО МЕХАНИКЕ КАК МЕТАПРЕДМЕТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ

Буланова И.Е.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

inna.bulanova.1998@mail.ru

В современном образовании реализуется системно-деятельностный подход, целью которого является активизация познавательной деятельности обучаемых. Проведение лабораторных работ исследовательского характера, либо с элементами исследования приводит к росту познавательной активности учащихся, улучшению качества получаемых знаний, формированию практических умений. В работе разработаны методы проведения лабораторных работ по механике, которые формируют такие метапредметные результаты как: постановка цели, выдвижение гипотезы, выявление использованных приборов, сбор установки, проведение опыта, измерение физических величин, математическая обработка и анализ полученных результатов. Составлены описания лабораторных работ в электронном формате HTML.

В современном образовании все более актуально становится использование в процессе обучения приемов и методов, которые формируют не только предметные, но и такие метапредметные умения и навыки, как самостоятельная постановка цели, выдвижение гипотезы, подбор необходимого оборудования, сбор установки, проведение опыта, измерение физических величин, математическая обработка и анализ полученных результатов [1].

Признанным подходом в современном образовании является системно - деятельностный подход, целью которого является активизация познавательной деятельности обучающихся. Данный подход требует проведение лабораторных работ полностью исследовательского характера, либо с элементами исследования.

Проведение лабораторных работ исследовательского характера, либо с элементами исследования приводит к росту познавательной активности учащихся, улучшению качества получаемых знаний, формированию практических умений [2].

Целью научной исследовательской работы является разработка методов поэтапной организации проведения физического эксперимента по механике в условиях реализации системно-деятельностного подхода в обучении.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- проанализировать литературу по организации и методике осуществления физического эксперимента;
- разработать описания, методику организации проведения исследовательских лабораторных работ по механике;
- составить описания лабораторных работ, основных принципов выполнения и методикой их проведения в электронном формате HTML;
- реализовать одну из работ на практике.

Анализ литературы показал, что при проведении исследовательских лабораторных работ у учащихся развиваются метапредметные учебные умения и навыки. С учетом индивидуальных способностей у учащихся, развивается логика. При выполнении исследовательских

лабораторных работ или работ, содержащих элементы исследования, учащиеся осваивают все этапы научных исследований.

В настоящей работе разработаны подробные описания проведения лабораторных работ исследовательского типа на новом оборудовании. Получены необходимые данные, проведены расчеты с погрешностью измерения. Разработаны и апробированы методики организации проведения лабораторных работ с элементами исследования «Исследование изменения скорости тела при равноускоренном движении» и «Определение коэффициента трения».

Основными этапами деятельности учащихся являются следующие: выдвижение гипотезы, выбор оборудования, проведение серии измерений, анализ полученных данных, вывод. При постановке цели исследования устанавливаются физические величины, взаимосвязь между которыми предполагается выяснить в ходе эксперимента. Учащимся предоставляется выбор необходимого оборудования.

Роль учителя во время проведения лабораторной работы – наблюдение за работой учащихся, а так же оказание им оперативной помощи.

В ходе проведения исследовательской лабораторной работы с учащимися во время прохождения производственной практики сделала следующие выводы:

- элементы исследования в проведении лабораторных работ развивают учебные умения и навыки с учетом индивидуальных способностей учащихся достигать различные этапы творчества;
- элементы исследования развивают логику;
- исследовательский метод предполагает самостоятельное прохождение учеником всех этапов исследования;
- методика проведения лабораторных работ исследовательского характера является наиболее эффективной.

Литература и источники

1. Горшенёва Н.И. Роль эксперимента в обучении физике [Электронный ресурс]: URL: <http://flatik.ru/role-eksperimenta-v-obuchenii-fizike> (дата обращения 20.03.2020)
2. Ермакова Т. И. Формирование исследовательских умений школьников в процессе выполнения лабораторных работ [Текст]: Ермакова Т.И. // Физика в школе.- М: Школьная пресса, 2018.- №5. -С.20-24.

Научный руководитель – к.х.н., доцент Гордиенок Н.И., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 53.372.853, 53.536

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ТЕРМОДИНАМИКЕ

Шачнева Ю.Ю.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

yuliya.anohina.98@mail.ru

В настоящее время в образовательном процессе важно не просто передавать знания учащимся, а научить их учиться, то есть проводить учебный процесс таким образом, чтобы учащиеся сами устанавливали количественные связи между физическими величинами, характеризующими те или иные физические явлениями, делали соответствующие выводы. Это связано с методикой исследований физических явлений.

Целью данной работы является разработка методов организации проведения лабораторных работ по молекулярной физике и термодинамике в условиях организации системно-деятельностного подхода.

Задачами данной работы являются:

1. Разработка содержания нескольких лабораторных работ раздела «Молекулярная физика и термодинамика».
2. Разработка методики их проведения на новом оборудовании в условии реализации системно-деятельностного подхода.
3. Создание электронного веб-узла формата «HTML» с описанием лабораторных работ, основными принципами выполнения и методикой их проведения.

Перед разработкой методических описаний был рассмотрен литературный материал и сделаны следующие выводы:

1. При проведении лабораторных работ в школе, наиболее важным является самостоятельное выявление проблемы и нахождение путей ее решения учащимися.
2. В рамках ФГОС, для каждого типа урока подбирается индивидуальный метод проведения лабораторной работы.
3. В ходе проведения лабораторных работ формируются все виды универсальных учебных действий учащихся.

Далее были выбраны две лабораторные работы из курса «Молекулярная физика и термодинамика» и проведены на новом оборудовании с учетом всех ошибок измерений.

Следующим этапом данной работы стала разработка содержания лабораторных работ раздела «Молекулярная физика и термодинамика». Первая работа называется «Исследование уравнения теплового баланса», вторая «Измерение модуля Юнга резинового жгута». Были разработаны их описания, порядок выполнения и контрольные вопросы по работе. Также разработаны методики их проведения на новом оборудовании в условии реализации системно-деятельностного подхода. Методические описания были созданы для двух типов урока по ФГОС. Первый тип методического описания для урока изучения нового материала, второй тип для урока повторения ранее пройденного. В данных методиках прописаны подробные руководства к действию учеников и учителей, главные цели и задачи урока. На уроках изучения нового материала важно научить устанавливать взаимосвязь между физическими величинами, которые определяются в ходе эксперимента. При проведении уроков по предложенным методикам у учащихся формируются не только познавательные универсальные учебные действия, но также регулятивные и коммуникативные универсальные учебные действия.

Все разработанные материалы размещены на электронном веб-узле формата «HTML»: описание проделанных лабораторных работ, основные принципы выполнения и методики их проведения. В данном пособии можно увидеть не только подробные описания работ и методику их проведения, а также уже полученные результаты при проведении этих работ и отдельную страницу, где размещаются видео по выполнению работ.

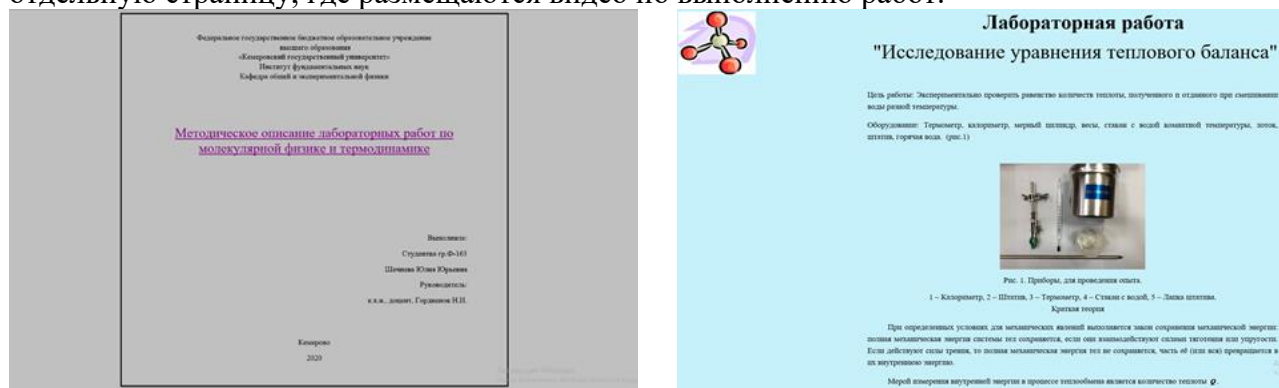


Рисунок 1. Электронный веб-узел по теме "Методическое описание лабораторных работ по молекулярной физике и термодинамике"

Таким образом, проведение занятий в образовательных организациях, в частности, лабораторных работ, с использованием системно-деятельностного подхода, позволяет учащимся овладевать умениями выдвигать гипотезы, осуществлять эксперименты, проводить анализ экспериментальных данных, синтезировать полученные знания и уметь обобщать их со знаниями, полученными ранее.

При выполнении лабораторных работ школьниками, формируется умение применять теоретические знания при решении практических задач. Поэтому для успешного обучения физики важно развивать инициативу обучающихся как в теоретической, так и в экспериментальной деятельности.

Список литературы

1. Практикум по демонстрационному эксперименту. //Под ред. Ануфриева. М. 1989 г.
2. Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс]// Режим доступа: <https://fgos.ru/> (Дата обращения: 29.03.2020).
3. Е.П. Деева, О.В. Лебедева. Физический практикум в физико-математическом лицее в условиях введения ФГОС [Электронный ресурс]. – режим доступа к журналу: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskiy-praktikum-v-fiziko-matematicheskom-litsee-v-usloviyah-vvedeniya-fgos/viewer> (Дата обращения: 28.03.2020).

Научный руководитель – к.х.н., доцент Гордиенко Н.И. ФГБОУ «Кемеровский государственный университет»

УДК 539.2

DFT ИССЛЕДОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$

Тимофеев В.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

slava.timofeev@mail@gmail.com

Монокристалл двойного карбоната $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$ со структурой типа норсесита исследуется первопринципными методами теории функционала плотности (DFT) программного пакета CRYSTAL. Для определения геометрии кристалла используются различные наборы базисов и обменно-корреляционных функционалов. Прогнозируемые параметры гексагональной элементарной ячейки были определены как $a = 5,041 \text{ \AA}$ и $c = 16,515 \text{ \AA}$, для тригональной элементарной ячейки: $a = 6.227 \text{ \AA}$, $\alpha = 47.75^\circ$.

Ключевые слова: теория функционала плотности, структура кристалла, $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$, CRYSTAL

Метод расчёта

Теоретический расчёт проводится с помощью программного пакета CRYSTAL. Оптимизация геометрии при постоянной симметрии проводится стандартной процедурой OPTGEOM. Начальные значения параметров $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$ задавались из [2]. CRYSTAL позволяет оптимизировать геометрию систем с любой периодичностью: молекул, полимеров, поверхностей и кристаллов. Могут быть осуществлены неограниченная релаксация структуры и различные оптимизации с ограничениями. Полная симметрия системы $R\text{-}3m$ сохраняется [1].

Для определения наиболее близкой, и соответственно наиболее вероятной, к экспериментальным данным структуры проведено несколько расчётов с разным набором базисов $\text{Ba_HAYWSC-311(1d)G_piskunov_2004}$, $\text{Mn_HAYWSC-411d311_heifets_2005}$, $\text{C_6-311d11G_valenzano_2006}$ и $\text{O_8-411d11G_valenzano_2006}$ [3] и с разными обменно-

корреляционными функционалами. Из обменно-корреляционных функционалов для расчётов были выбраны следующие: PBE, PBESOL, PWGGA и VBH.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены расчёты для гексагональной сингонии, где a и c — постоянные элементарной ячейки, а Ba-O, Mn-O, C-O — длины связей барий - кислород, марганец - кислород, углерод – кислород, соответственно.

Таблица 1: Результаты расчета геометрии $BaMn(CO_3)_2$ с разными наборами базисов и функционалами

Тип расчета	Набор базисов				DFT	Полученные параметры, ангстрем					(1)
	Ba	Mn	C	O		a	c	Ba-O	Mn-O	C-O	
(2)						5,083	17,280	2,976	2,149	1,260	
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	PBE	5,041	16,515	2,955	2,024	1,296	1,65
					PBESOL	4,991	16,026	2,907	1,985	1,291	2,40
					PWGGA	5,037	16,467	2,949	2,024	1,294	1,68
					VBH	4,942	15,576	2,864	1,951	1,283	3,16
	(8)	(9)	(10)	(11)	PBE	5,013	16,098	2,917	1,994	1,301	2,28
					PBESOL	4,964	15,670	2,876	1,955	1,298	3,03
					PWGGA	5,006	16,072	2,913	1,991	1,300	2,32
					VBH	4,929	15,108	2,836	1,918	1,291	3,95

(1) - Квадратичное отклонение результата расчетов от экспериментального значения, %

(2) - Экспериментальные данные [1]

(3) - С оптимизацией геометрии

(4) - Ba_HAYWSC-311(1d)G_piskunov_2004

(5) - Mn_HAYWSC-411d311_heifets_2005

(6) - C_6-311d11G_valenzano_2006

(7) - O_8-411d11G_valenzano_2006

(8) - Ba_HAYWSC-311(1d)G_piskunov_2004

(9) - Mn_HAYWSC-411d311_heifets_2005

(10) - C_6-31d1G_gatti_1994

(11) - O_6-31d1G_gatti_1994

Как видно из таблицы 1, наименьшее квадратичное отклонение от экспериментального значения в 1,65% дает набор базисов: Ba_HAYWSC-311(1d)G_piskunov_2004, Mn_HAYWSC-411d311_heifets_2005, C_6-311d11G_valenzano_2006 и O_8-411d11G_valenzano_2006 с обменно-корреляционным функционалом PBE. Таким образом, оптимальные значения получаются с PBE функционалом. В результате расчёта были получены параметры гексагональной элементарной ячейки: $a = 5,041 \text{ \AA}$ и $c = 16,515 \text{ \AA}$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$. В таблице 2 приведены рассчитанные положения атомов в элементарной ячейке.

Таблица 2. Координаты неэквивалентных атомов в кристаллографической ячейке

Атом	x/a	y/a	z/c
1 Ba	0.0000	0.0000	0.0000
2 Mn	0.0000	0.0000	0.5000
3 C	0.3333	- 0.3333	- 0.0968
5 O	0.4816	- 0.4816	- 0.0928

Расчет был произведён для двух сингоний: гексагональной и тригональной. И в таблице 1 представлены параметры для гексагональной сингонии. Параметры тригональной элементарной ячейки $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$: $a = 6,227 \text{ \AA}$, $\alpha = 47,75^\circ$.

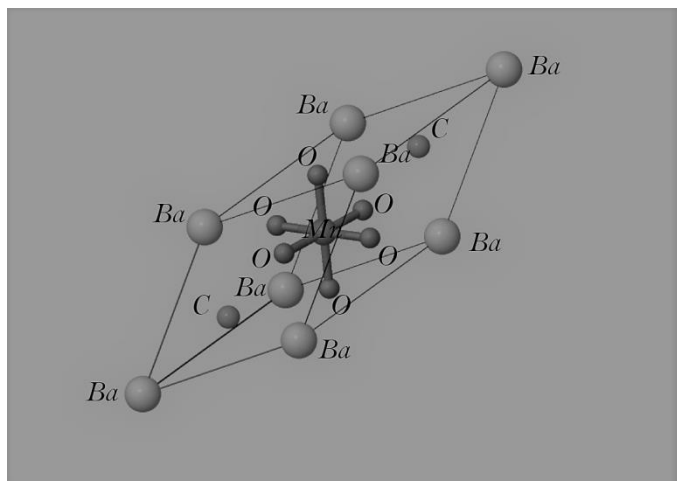


Рисунок 2: Ромбоэдрическая кристаллическая структура с пространственной группой симметрии $R-3m$ для $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$

На рис. 1 показана ромбоэдрическая кристаллическая структура с пространственной группой симметрии $R-3m$ для $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$. Элементарная ячейка состоит из октаэдра (MnO_6), многогранника (BaO_{12}) и анионов CO_3^{2-} . На этих октаэдрах (MnO_6) и многогранниках (BaO_{12}) периодически появляются чередующиеся слои, расположенные точно друг над другом, параллельно направлению $[001]$ и разделенные треугольными группами CO_3^{2-} . Каждый атом бария окружен 12 атомами кислорода на расстоянии $2.955 \text{ \AA}$. Это означает, что координационное число катиона Ba^{2+} равно 12. Расстояния между

ближайшими атомами двойного карбоната $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$: $\text{Mn-O} = 2.024 \text{ \AA}$ и $\text{C-O} = 1.296 \text{ \AA}$. Угол между атомами O-C-O идентифицирован в [1] как $119.77 (6)^\circ$. Тогда как в расчете в силу симметрии равен 120° , как в обычных в простых карбонатах кальцитового типа.

Представляет интерес сравнить полученные в настоящей работе параметры тригональной ячейки $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$ с близкой структурой кальцита с пространственной группой $R-3c$ для MnCO_3 , взятой из [4]. Параметры тригональной элементарной ячейки MnCO_3 : $a = 4.7754 \text{ \AA}$, $c = 15.6484 \text{ \AA}$, что меньше, чем в двойном карбонате. Так же для сравнения можно взять межатомное расстояние C-O , которое в структуре кальцита равно $1.2855 \text{ \AA}$, что пять же больше в двойном карбонате. Структуру норсесита имеет соединение $\text{BaMg}(\text{CO}_3)_2$ [5]. Здесь для симметрии $R-3m$ $a = 4.9957 \text{ \AA}$, $c = 16.4533 \text{ \AA}$, а расстояния Ba-O $2.913 \text{ \AA}$, Mg-O $2.044 \text{ \AA}$ и C-O $1.270 \text{ \AA}$. Как следует из таблицы 1, эти значения сопоставимы с рассчитанными в настоящей работе.

Заключение

Полученные в рамках теории функционала плотности с РВЕ обменно-корреляционным функционалом в базисе локализованных орбиталей параметры геометрического строения $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$ удовлетворительно совпадают с экспериментальными данными и данными для кристаллов с подобной структурой. В дальнейшем планируется провести расчеты зонной структуры, плотности состояний и карт электростатического потенциала.

Литература

1. Documentation for CRYSTAL Users Режим доступа: <http://www.crystal.unito.it/documentation.php> (Дата обращения: 23.03.2020)
2. Liang W., Li L., Yin Y. et al. Crystal structure of norsethite-type $\text{BaMn}(\text{CO}_3)_2$ and its pressure-induced transition investigated by Raman spectroscopy. *Physics and Chemistry of Minerals* 46, 771–781 (2019). Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s00269-019-01038-w> (Дата обращения: 27.03.2020)
3. Basis Sets Library for CRYSTAL Users Режим доступа: <http://www.crystal.unito.it/basis-sets.php> (Дата обращения: 08.04.2020)
4. W. Liang, L. Li, R. Li, Y. Yin, Z. Li, X. Liu, S. Shan, Y. He, Y. Meng, Z. Li, H. Li. Crystal structure of impurity-free rhodochrosite (MnCO_3) and thermal expansion properties. *Physics and Chemistry of Minerals* 47, 9 (2020)
5. T. Pippinger, R. Miletich, H. Effenberger, G. Hofer, P. Lotti, M. Merlini. High-pressure polymorphism and structural transitions of norsethite, $\text{BaMg}(\text{CO}_3)_2$. *Physics and Chemistry of Minerals* 31, 9 (2014)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Журавлев Ю.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 372.853, 535

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ К ФИЗИЧЕСКОМУ ПРАКТИКУМУ ПО ТЕМЕ «ФОТОЭФФЕКТ»

Матвеева А.О.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

matveevalina@bk.ru

В данной работе представлен метод изучения явления фотоэффекта, построенный на основе современных технологий, которые можно и нужно применять в образовании и изучении физики, в частности. Целью данной работы является создание интерактивного мультимедийного приложения для лабораторного практикума по теме: «Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента».

Мультимедийное приложение разрабатывается в приложении AdodeFlash. Это приложение имеет встроенный язык программирования ActionScript, который позволяет делать анимацию управляемой, а само приложение становится интерактивным.

Явление фотоэффекта изучается в курсе «Оптика». При проведении реального эксперимента невозможно увидеть, как и за счет чего происходит сам фотоэффект [1]. Разработка данного приложения направлена именно на то, чтобы показать саму суть явления фотоэффекта, а также позволить обучающимся подготовиться и провести смоделированный эксперимент самостоятельно.

Данное приложение состоит из нескольких этапов, в которых изучается экспериментальная установка, проводится сам эксперимент по изучению фотоэлемента. А для лучшего усвоения информации все важные моменты комментируются с помощью всплывающих окон.

Разработан сюжет приложения, соответствующий лабораторному практикуму по теме «Фотоэффект». Переходы между страницами и весь интерактив созданы с помощью различных кнопок и скриптов, написанных в программе. На главной странице указаны этапы работы, начиная с первого шага «Изучение экспериментальной установки», все элементы прокомментированы и подписаны (рис. 1).

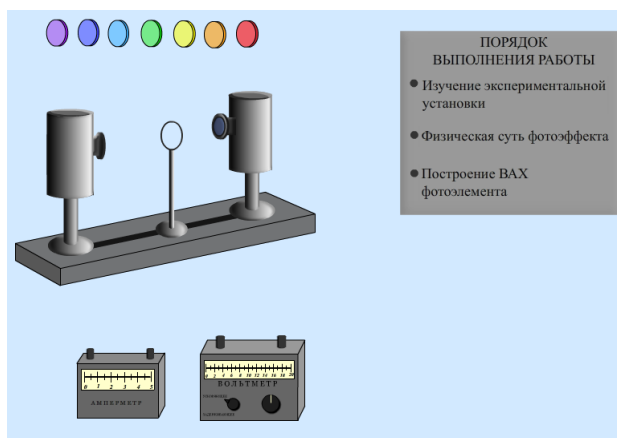


Рисунок 1. Главная страница интерактивного приложения.

Вторым шагом будет «Физическая суть эксперимента», данный шаг находится в разработке, но он будет абсолютно подробно объяснять, как и за счет чего происходит фотоэффект. Третий шаг позаимствован из лабораторной работы – «Построение ВАХ фотоэлемента». На этом шаге, следуя всем инструкциям, будем увеличивать напряжение и снимать значения фототока, полностью с помощью программы получим график ВАХ для фотоэлемента [2] (рис. 2).



Рисунок 2. Построение ВАХ фотоэлемента в приложении.

Далее будет разработан следующий шаг по изучению фотоэффекта – «Определение металла, являющегося катодом фотоэлемента».

Также была разработана визуализация явления фотоэффекта в программе SynfigStudio (рис.3).

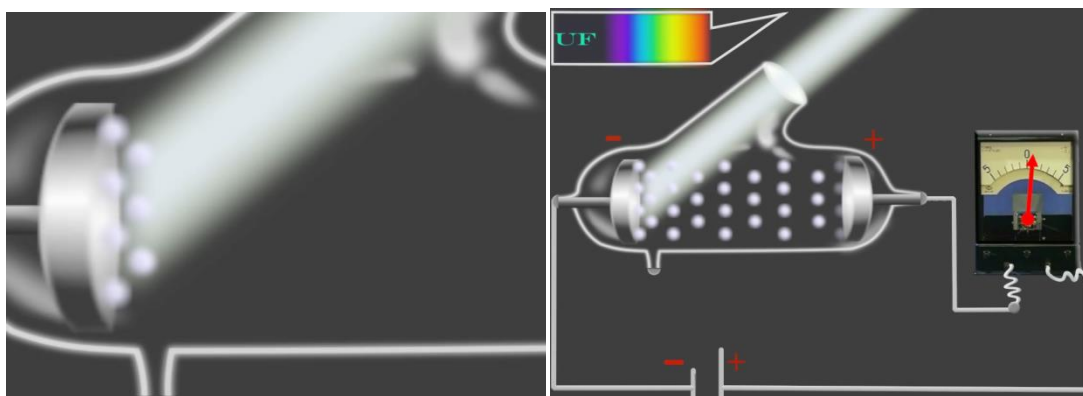


Рисунок 3. Визуализация опыта Столетова

Программа позволяет создать максимально реалистичную анимацию. В данной визуализации акцентируется внимание на том, что фотоэффект начинается в момент вырывания электронов, даже если электроны не достигают катода. Далее визуализируется сам опыт Столетова.

Для продуктивного изучения явления фотоэффекта была построена карта визуализации данной темы [3]. Центральным образом карты является название изучаемой темы – фотоэффект. Далее от центрального образа выстраиваются ассоциации, связанные с теоретическими основами данного явления: гипотеза Планка, опыт Столетова, закономерности фотоэффекта, уравнение Эйнштейна, после этого переходим, непосредственно, к самому смоделированному эксперименту (рис. 4).

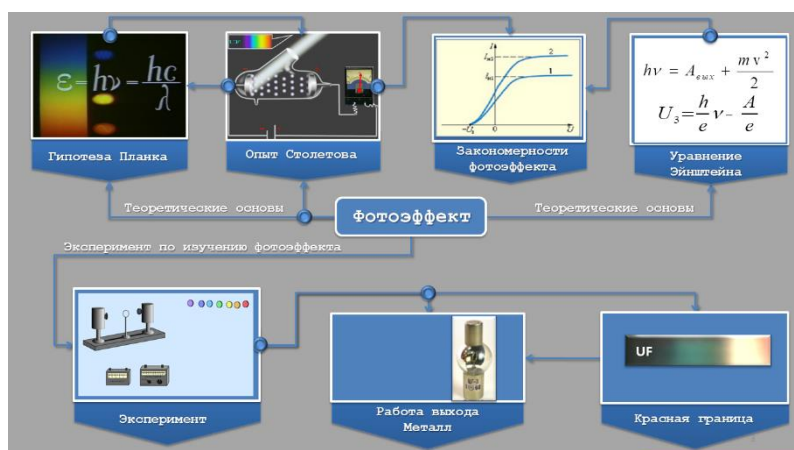


Рисунок 4. Карта визуализации по теме «Фотоэффект»

Представленная выше карта визуализации темы «Фотоэффект» позволяет логически обоснованно собрать воедино всю необходимую информацию по данной теме, а также сразу перейти в разработанную визуализацию опыта Столетова и интерактивное приложение в AdobeFlash, и выполнить модель лабораторной работы самостоятельно, ознакомиться с элементами установки, проработать порядок выполнения работы, а интерактивное управление и комментарии помогают детально проработать все методические аспекты, связанные с данной темой.

Выполнение данных учебных действия призвано помогать обучающимся в получении и совершенствовании собственных знаний, не просто получая готовые ответы, а путем вовлечения их в интереснейший образовательный процесс.

Литература и источники:

1. Мультимедиа технологии в образовании [Электронный ресурс]: <https://www.sites.google.com/site/vladastakina/multimedia-tehnologii-v-obrazovanii>
2. Ландсберг Г. С. Оптика: учебник для вузов/ Г. С. Ландсберг. 6-е изд. М.: Физматлит, 2010.
3. Бьюзен Т. Супермышление/Пер. с англ. Е. А. Самсонов; Худ. обл. М. В. Драко.— 2-е изд.

Научный руководитель — к.ф.-м.н., доцент Журавлева Л.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 372.853

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ОМА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

Зыкова Л.А

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

lowe0407@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассматриваются методические аспекты преподавания Закона Ома в школьном курсе физики. Также уделено внимание использованию в учебном процессе нестандартных лабораторных работ, которые развивают самостоятельность, индивидуальность и поиск решения различных проблем.

Закон Ома является основным законом электротехники. Он помогает рассчитывать электрические цепи и определяет соотношение между сопротивлением, напряжением и силой тока. Очень важно не просто знать его, но и понимать практическое применение при решении задач.

Электрический ток школьники (обучающиеся по УМК Перышкина) начинают изучать с 8 класса. Дальше идет наслоение знаний, но самые основы они получают именно в этот период.

Выбор темы не был случайным, во время проведения лабораторной работы школьного курса «Измерение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра» было выявлено, что при увеличении в 2 раза напряжения на лампе сила тока в цепи не увеличилась. Это значит, что закон Ома справедлив не во всех случаях. *Но в школьном курсе физики об этом упоминаний нет.*

Метод проектов применяется в работе с детьми, начиная с младшего дошкольного возраста. Он позволяет определить задачи обучения, сформировать предпосылки учебных и исследовательских умений и навыков в соответствии с основными линиями развития.

В связи с этим **цель моей работы:** разработать методические рекомендации по применению метода проектов для активизации работы учащихся в школьном курсе физики.

Задачи:

- Провести анализ литературы по теме проекта
- Собрать экспериментальную установку совместно с учащимися.
- Экспериментально выявить влияние фактора температуры проводника на его электрическое сопротивление и соблюдение выполнения закона Ома.
- Разработать методические рекомендации по изучению темы закон Ома для учащихся 8 классов.
- Создать план-конспект урока с учетом наших методических рекомендации

Методы исследования:

- анализ литературы;
- моделирование;
- обобщение;

Сопротивление проводников входит в закон Ома для однородного участка цепи $I = \frac{U}{R}$, из которого и может быть определено $R = \frac{U}{I}$.

Из последней формулы выходит, что сопротивление проводника постоянно, поскольку, в соответствии с законом Ома, во сколько раз увеличиваем напряжение на концах проводника, во столько же раз возрастает и сила тока в нем.

Но в эксперименте также выяснилось, что можно наблюдать и другие явления. Собрав электрическую цепь, схема которой показана на рис. 1. В этой цепи есть источник тока, реостат, резистор (искомое сопротивление), вольтметр и амперметр, показывающие напряжение на резисторе и силу тока в нем. Изменяем с помощью реостата напряжение U_1 и отмечаем силу тока I_1 . Если теперь увеличить напряжение, например в 3 раза ($U_2 = 3U_1$), тогда по закону Ома и сила тока должна возрасти в 3 раза ($I_2 = 3I_1$). Однако амперметр показывает силу тока значительно меньшую, чем $3I_1$. Сделаем вывод, что в этом случае закон Ома не выполняется.

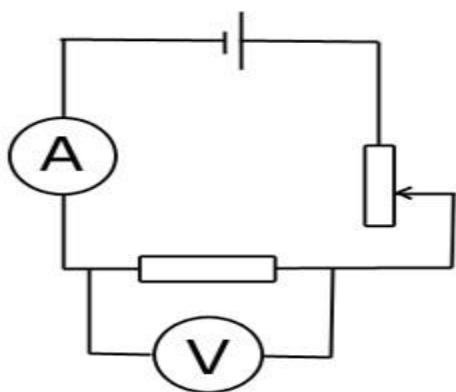


Рис. 1. Электрическая цепь с резистором

Появилось несоответствие между нашими знаниями, которые даются в школьном курсе, и новым для нас открытием — закон Ома не всегда справедлив.

Анализ литературных источников и источников сети интернет во многом расширил наши познания в изученных закономерностях. Мы выяснили, что Ом в своих работах описывал изменение проводящих свойств металлов при изменении температуры.

Одним из возможных способов изучения и демонстрации зависимости электрического сопротивления проводника от температуры может служить выполнение лабораторного эксперимента в школьном кабинете физики при помощи лабораторных установок.

Так как это школьный проект, то используются приборы, которые обязательно должны находиться в кабинете физики и входить в перечень обязательного лабораторного оборудования.

Я решила предоставить детям свободу эксперимента, но они не стали отклоняться от уже известных лабораторных работ. Поэтому школьники разделились на 2 команды и решили собрать 2 похожих комплекта, в качестве примера лабораторную работу по ФГОС «Измерение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра».

В первый комплект входит(рис.2):

1. Амперметр лабораторный
2. Вольтметр лабораторный
3. Реостат ползунковый
4. Ключ замыкания тока
5. Лампа накаливания маленькой мощности
6. Соединительные провода
7. Источник тока

Во второй комплект входит(рис.3):

1. Амперметр лабораторный
2. Вольтметр лабораторный
3. Реостат ползунковый
4. Ключ замыкания тока
5. Резистор
6. Соединительные провода
7. Источник тока

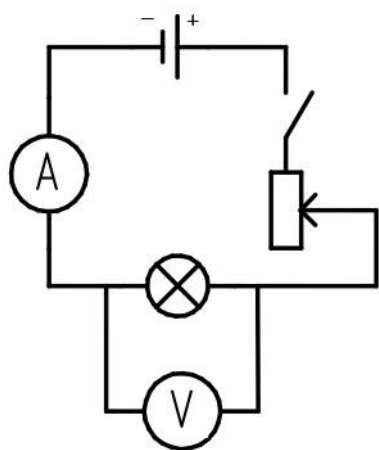


Рис. 2 Электрическая цепь с лампой

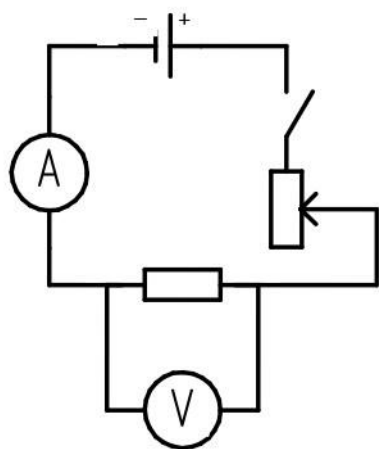


Рис. 3 Электрическая цепь с резистором

С помощью данной работы мы выявили некие несправедливости в Законе Ома. А это значит, что при изучении этой темы нужно не только давать четкую формулировку, но и пояснять школьникам в каких случаях соблюдается закон. Если этого не делать, то впоследствии мы получаем неправильное применение, которое приводит к ошибкам.

Также мы предположили, что лампы накаливания имеют нелинейную вольт-амперную характеристику, и поэтому не могут использоваться для демонстрации линейной (закон Ома) зависимости тока от напряжения. А значит, опыты, проводимые в школе с резистором, имеют место быть.

В ходе данной работы были разработаны методические рекомендации по созданию проекта для учащихся и учителей, также был создан план-конспект урока в 8 классе.

Сделав некоторые выводы, я увидела, что процесс изучения Закона Ома должен измениться, для этого я буду использовать педагогическую технологию – метод проектов, и на основе этого нужно создать методические рекомендации для преподавателей. В дальнейшем наши разработки будут использованы в учебных целях.

Литература и источники

1. Каменецкий С.Е. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

Научный руководитель- д-р физ.-мат. наук, проф., Журавлев Ю.Н. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.853

РАЗРАБОТКА БАНКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА»

Вельможная Е.Н.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

velmozhnaya.liza@yandex.ru

Методы обучения подразделяются на методы преподавания, учения и контроля. Педагогический контроль выполняет ряд функций в образовательном процессе: обучающую, оценочную, стимулирующую, диагностическую и другие. Важнейшей целью образовательного процесса в учебном заведении является организация учебного процесса, направленная на усвоение учебных дисциплин, а также выявление эффективности педагогической деятельности, оптимизация последующей работы. В работе разработаны тестовые задания по теме «Учения о Вселенной», «Электромагнитные явления», «Тепловые явления», которые формируют такие метапредметные результаты как: определение, в какой степени усвоен изученный материал, а также дает возможность внести коррективы в учебный процесс.

В современном образовании все более актуально становится необходимость повышения уровня профессиональной подготовки студентов методами педагогического тестирования и изучением теоретической стороны решения данной проблемы.

В данное время в нашей стране открыто несколько центров, которые профессионально занимаются работой с методикой тестового исследования.

Целью работы является разработка банка тестов по дисциплине «Естественнонаучная картина мира».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- С помощью научной, учебной и периодической литературы и электронных ресурсов рассмотреть возможности и особенности тестового контроля, его преимущества и недостатки, правила составления тестовых заданий;
- Провести спецификацию теоретического и практического материала по дисциплине «Естественнонаучная картина мира»;
- Разработать банк тестовых заданий по дисциплине «Естественнонаучная картина мира» для разделов физики по темам «Учения о Вселенной», «Электромагнитные явления», «Тепловые явления».

Анализ тестовых исследований показал, что тестирование – наиболее высококачественный непредвзятый метод оценивания обучаемых, применяемый для выявления степени овладения определенными знаниями, умениями, а также позволяет сопоставить степень эффективности обучения по всему материалу курса или отдельной его темы.

Выполняя тест по воспроизведению полученной информации тестируемый, вспоминает необходимые для правильного ответа сведения: понятия, даты, события. При этом вопрос задания должен быть сформулирован так, чтобы выполнялось требование к ответу, он должен быть единственным правильным вариантом.[1]

В настоящей работе приведен процесс создания теста, алгоритм написания тестового задания.[3] Разработан банк тестовых заданий для полноценного контроля и самоконтроля по темам «Учения о Вселенной», «Электромагнитные явления», «Тепловые явления» дисциплины «Естественнонаучная картина мира».Итак, каждый раздел включает в себя до двадцати вопросов разной степени сложности, с использованием основных форм тестовых заданий (закрытая форма, открытая форма, задания на «установление правильной последовательности» и задания «на соответствие»).[2]

По итогам анализа полученных результатов апробации теста определяются характеристики тестовых заданий – их трудность, валидность и дискриминативность задания.

Роль преподавателя во время написания тестового задания – наблюдение за работой учащихся, а так же оказание им оперативной помощи.

В ходе написания научно-исследовательской работы сделала следующие выводы:

- Проведён анализ научной, учебной и периодической литературы по теме работы. Рассмотрены возможности и особенности тестового контроля, его преимущества и недостатки, правила составления тестовых заданий.
- Разработаны тестовые задания для полноценного контроля и самоконтроля по темам «Учения о Вселенной», «Электромагнитные явления», «Тепловые явления» дисциплины «Естественнонаучная картина мира».
- Проведена спецификация теоретического и практического материала по дисциплине «Естественнонаучная картина мира».
- Сформирован банк тестовых заданий по дисциплине «Естественнонаучная картина мира».

Литература и источники

1. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования (как выбирать, создавать и использовать тесты для системы образования) / А. Н. Майоров. М: Интеллект-Центр, 2002. 352с.
2. Педагогические тесты в системе психологической подготовки МЧС России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/>

[preview/5675530/page:10/](http://www.kemsu.ru/Content/userfiles/files/B1VOD10-030302-Physik-PhysPrepPh-2018_19032018.pdf)(Дата обращения 5.04.2020).

3. Рабочая программа по дисциплине «Естественнонаучная картина мира». 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://umu.kemsu.ru/Content/userfiles/files/B1VOD10-030302-Physik-PhysPrepPh-2018_19032018.pdf(Дата обращения 05.04.2020)

Научный руководитель – к.х.н., доцент Титов Ф.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 620.3:544

**СИНТЕЗ МЕЛКОПОРИСТЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ФИЛЬТРОВ В ПРОЦЕССЕ
АЭРОЗОЛЬНОГО CVD-СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Богоманова М.П., Ломакин М.В.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

margoo.bog@gmail.com

В современном мире большой интерес для науки представляют наноструктуры. Несмотря на недавнее появление отрасли (в последней четверти двадцатого века), нанотехнологии стремительно развиваются в данном направлении. Особый интерес представляют углеродные нанотрубки и их композиты, обладающие уникальными свойствами, такими как рекордная прочность при малом удельном весе, электропроводность в осевом направлении и другие. Однако их синтез является сложной трудоемкой задачей. При осаждении наночастиц необходимо использовать подложки – нитроцеллюлозные фильтры, которые в свою очередь являются расходным материалом. В связи с этим возникает задача создания более безотходной и экономичной альтернативы, которая будет использоваться в качестве подложки. Для достижения изложенных целей могут быть интересны полимерные нановолокна, которые были рассмотрены нами в данной работе. Однако это не единственное их применение. Композиты нанополимеров с наночастицами серебра могут найти применение в качестве противовирусных и противомикробных масок и фильтров[1,2], что в данный момент не менее актуально.

Целью данной работы являлось получение подложек для осаждения углеродных нанотрубок из поливинилового спирта на водной основе методом электроспиннинга.

Электроспиннинг – это способ получения волокон из полимерных жидкостей под действием электрического поля [3]. Для создания нановолокон был взят 6%-ный раствор поливинилового спирта в дистиллированной воде. Концентрация была выбрана методом подбора, исходя из вязкости. Осаждение проводилось на вращающийся барабан, обмотанный алюминиевой фольгой. Распыление раствора полимера производилось из иглы шприца при постоянной скорости. Расстояние между иглой и барабаном 20 см. Разность потенциалов прикладывалась между барабаном и иглой, при этом на иглу подавался анодный потенциал. Величина приложенного напряжения составляла 29 кВ [4].

На рис. 1 представлен результат осаждения. Для получения данного образца было израсходовано 3 мл раствора поливинилового спирта. В идеале лист должен быть белым и ровным, однако на образце видны неоднородности в виде точек – крупных капель. Данные дефекты образца обусловлены спонтанным вырыванием капель раствора, при этом полимер формуется не в виде волокон, а в виде участка сплошной плёнки. Подобные дефекты могут быть устранены путём подбора оптимальных параметров (напряжённость поля, вязкость раствора, расстояние от иглы до барабана, равномерность подачи раствора в иглу) [5].



Рис. 3. Результат осаждения нановолокон ПВС на лист фольги

Далее было проведено осаждение углеродных нанотрубок на полученное волокно аэрозольным CVD-методом. Данный метод основан на каталитическом разложении предшественников углерода (нашем случае – раствора ферроцена) [6]. Для сравнения на рисунке представлен образец осаждения нанотрубок на полученное волокно и на фабричный нитроцеллюлозный фильтр.



Рис. 4. Осажденные УНТ на фильтре из ПВС (слева) и нитроцеллюлозы (справа)

Здесь белые точки так же представляют собой дефекты, которые, по сути, являются непроницаемыми пленками для газа, ввиду чего осаждение нанотрубок в данных областях не наблюдается.

Осаждённая сетка из углеродных нанотрубок была перенесена на предметное стекло. При переносе образца не произошло нарушения его целостности, образец полностью отделился от подложки. Это свидетельствует о том, что пучки нанотрубок не проникли вглубь волокнистого материала, в свою очередь это можно считать косвенным свидетельством того, что размеры пор полученного материала не превышают размеров пучков нанотрубок. Пучки же нанотрубок имеют размеры порядка нескольких десятков нанометров.



Рис. 3. Перенесение сетки УНТ осаждённой на фильтр из волокон ПВС

В результате данной работы нами был получен тонкослойный пористый материал методом электроспиннинга из водного раствора поливинилового спирта. Осаждение пучков углеродных нанотрубок при аэрозольном CVD-синтезе на данный материал прошло успешно, образец отделяется от подложки. Таким образом, полученный материал может быть использован в качестве подложки для осаждения углеродных нанотрубок. Отработанная подложка в дальнейшем может быть растворена в воде и заново синтезирована из этого раствора. Данная технология позволяет сделать процесс осаждения УНТ более экономичным. Однако использованная нами методика требует дальнейшего совершенствования для повышения однородности получаемых полимерных волокнистых материалов.

Литература и источники

1. Hava Çavuşoğlu Vatansever, Ayşegül Ersoy Meriçboyu, Production of antibacterial polyvinylpyrrolidone nanofibers containing silver nanoparticles via electrospinning method. *Manas Journal of Engineering*, volume 7 (Issue 1) (2019) Pages 13-23.
2. Kowsalya E., MosaChristas K., Balashanmugam P., Tamil Selvi A., Jaquiline Chinna Rani I., Biocompatible silver nanoparticles/poly(vinyl alcohol) electrospun nanofibers for potential antimicrobial food packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life* 21 (2019) Pages 1-8.
3. Шутов А.А., Астахов Е.Ю., Формование волокнистых фильтрующих мембран методом электропрядения. *Журнал технической физики*, 2006, том 76, вып. 8, с. 132.
4. Прокопчук Н.Р., Шашок Ж.С., Прищепенко Д.В., Меламед В.Д., Электроформование нановолокон из раствора хитозана (обзор). *Полимерные материалы и технологии Т.1* (2015), №2, 36–56.
5. Алексеев И.С., Степин С.Г., Дорошенко И.А., Миклис Н.И., Влияние технологических параметров процесса электроформования полимера и характеристик раствора на структуру и свойства нетканых материалов. *Вестник витебского государственного технологического университета выпуск 29, химическая технология и экология*, 84-90.
6. Shandakov S.D., Rybakov M.S., Kosobutskii A.V., Sevost'yanov O.G., Zvidentsova N.S., Gutov A.N., Lomakin M.V., Anoshkin I.V., Controllable Growth of SingleWalled Carbon Nanotubes by Ethanol–Ferrocene Aerosol Method. *Nanotechnologies in Russia*, 2012, Vol. 7, Nos. 7–8, pp. 370–376.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент Шандаков С.Д., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЛОКОН,
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СЕТОК ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК***Гордая О.Р., Вершинина А.И.*

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

mikranscha@mail.ru, annaver89@mail.ru

Датчики деформации на основе углеродных наноматериалов, а именно углеродных нанотрубок (УНТ) перспективны для самых разных областей применения начиная с распознавания и отслеживания движения человеческого тела, контроля состояния здоровья человека (дыхание, сердцебиение) и заканчивая робототехникой [1], ведь УНТ выгодно отличаются своими электромеханическими свойствами, высокой прочностью, химической стабильностью.

Эффективное применение материалов на основе УНТ в данной сфере предполагает определенные требования, такие как сохранение их эластичности наряду с высокой чувствительностью и хорошей гибкостью [2,3]. Но создание устройств, изготовленных из отдельных УНТ, остается довольно сложным и трудоемким процессом. Это обуславливает большой интерес к получению более простых структур на основе углеродных наноматериалов, в виде макрообъектов, таких как тонкие пленки с ориентированными УНТ [4], волокна [5], полимерные матрицы с УНТ [1,6].

Для описания чувствительности материала к деформации используют калибровочный коэффициент (GF) или коэффициент тезочувствительности материала (K). Рассчитывают его по следующей формуле:

$$GF = \frac{\Delta R/R_0}{\varepsilon}, \quad (1)$$

где ΔR - это изменение сопротивления, R_0 - начальное сопротивление объекта, ε - механическая деформация, приложенная к объекту.

Макрообъекты, как правило, обладают более сложным составом, поэтому GF в них ниже, чем у отдельных УНТ. Так в работе [1] показана возможность изготовления датчика на основе графеновой пены/полидиметилсилоксана (ПДМС), который обладает деформацией до (ε) 100% с калибровочным коэффициентом $GF \sim 2,20$. А в работе [7] сообщается, что GF при динамической нагрузке для чистых волокон УНТ составляет 3,03, а для волокон подвергшихся химической обработке, и последующему растяжению, и скручиванию GF составил 4,37.

Помимо хороших электромеханических характеристик, один из самых важных показателей – хорошая повторяемость (стабильность) при длительной эксплуатации датчиков. Для проверки стабильности необходимы циклические испытания электромеханических параметров материала [6].

Предлагаемый нами метод получения волокон из сеток УНТ, так называемый метод "мокрого вытягивания" относительно простой и дешевый. Волокна формируются непосредственно из тонких сеток УНТ, нанесенных на подложку и осуществляется за счет явления поверхностного натяжения, слабого ван-дер-ваальсова взаимодействия нанотрубок друг с другом и уплотнения волокна в процессе испарения растворителя [8].

В нашем случае использовались сетки, состоящие из хаотично расположенных однослойных УНТ (ОУНТ), с коэффициентом пропускания 80% (при $\lambda=550$ нм), синтезируемые аэрозольным CVD методом [9, 10], собранные на нитроцеллюлозном фильтре. Отдельные полоски размером 5 x 15 мм, нарезанные из сетки, переносились на предметное стекло, фильтры удалялись, а сама сетка пропитывалась растворителем (этанол, ацетон), после чего следовало вытягивание с помощью пинцета образцов волокон из пропитанной жидкостью сетки. Далее полученное волокно закреплялось в специальном держателе с помощью токопроводящей пасты, далее приклеивались медные контакты. Рабочая длина

волокна составляла 10 мм. Для улучшения электрических свойств часть волокон была допирована 10 mM раствором золотохлористоводородной кислоты (HAuCl₄).

Установка для испытания электромеханических свойств волокон представляет собой микровинт с фиксаторами для образца, который подключен к шаговому двигателю (рис.1). Управление всей системы осуществляется через аппаратно-программный комплекс NI ELVIS II, программа написана на визуальном языке программирования LabVIEW. Скорость растяжения составляла 1 мм/мин. Растяжение осуществлялось на 1 мм.

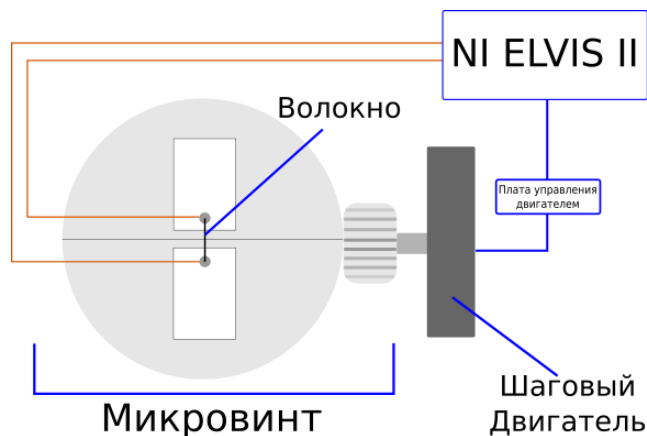


рис. 1 Схема установки для электромеханических испытаний

В нашем случае GF рассчитывался относительно удлинения по следующей формуле:

$$GF = \frac{\Delta R \cdot l_0}{R_0 \cdot \Delta l}, \quad (2)$$

ΔR - изменение сопротивления, R_0 - начальное сопротивление волокна, Δl - изменение длины волокна, l_0 - рабочая длина волокна (10 мм).

На рисунке 2 представлен график зависимости GF от удлинения волокна (кривые на графике представлены после процедуры сглаживания фильтром Adjacent Averaging с параметром 8). Из графика видно, что волокно, полученное с использованием этанола при малом удлинении ~0,01 мм имеет резкий скачек GF ~10, а затем, его уменьшение до 4,66 при удлинении в 0,05 мм. При последующем изменении координаты удлинения волокна при 0,2 мм GF увеличивается до ~ 7, а затем постепенно уменьшается. Волокно, полученное из ацетона, не имеет ярко выраженного экстремум в области малых удлинений в данном случае, а GF увеличивается с последующим удлинением и достигает максимума GF ~8,6 в области ~0,3 мм, а далее GF снижается до ~6,5.

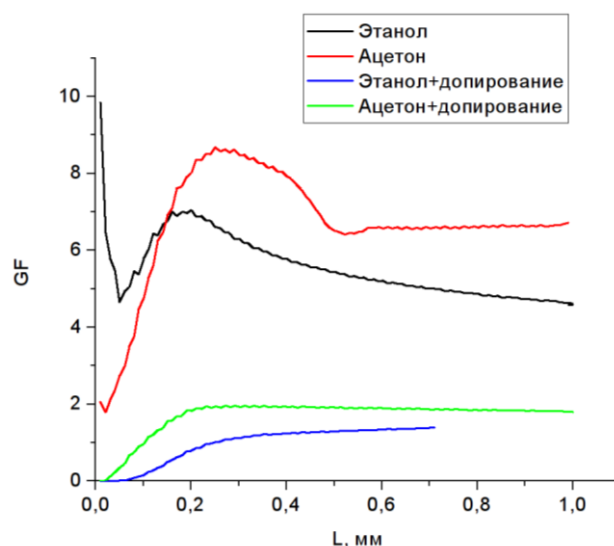


рис. 2. Зависимость GF от удлинения l

Волокна, допированные HAuCl_4 , демонстрируют монотонный характер увеличения GF с ростом удлинения до величины 0.2 мм с незначительным увеличением при дальнейшем увеличении удлинения до 1 мм до значений $\text{GF} \sim 2$ и 1 для волокон, полученных с использованием ацетона и этанола, соответственно.

В данной работе показана возможность получения волокон из хаотично ориентированных сеток ОУНТ с высокой чувствительностью при малых деформациях для использования в качестве элементов гибкой и носимой электроники.

Литература и источники

1. Engineering of carbon nanotube/polydimethylsiloxane nanocomposites with enhanced sensitivity for wearable motion sensors / Qi Li, Jin Li, Danhquang Tran, Chengqiang Luo, Yang Gao, Cunjiang Yu, Fuzhen Xuan. // Journal of Materials Chemistry C. - 2017. Vol. 5. – P. 11092-11099.
2. Recent progress in electronic skin / X. Wang, L. Dong, H. Zhang, R. Yu, C. Pan and Z. L. Wang,. // Advanced Science. - 2015. Vol. 2 (10). - 1500169-n/a.
3. A Review: Carbon Nanotube-Based Piezoresistive Strain Sensors / Waris Obitayo and Tao Liu. // Journal of Sensors. - 2012, (2012-4-17). 2012, 2012(6348). – P. 276-283.
4. A stretchable carbon nanotube strain sensor for human-motion detection / Yamada T., Hayamizu Y., Yamamoto Y. Yomogida Y., Izadi-Najafabadi A., Futaba D.N., Hata K. // Nature Nanotechnology. - 2011. - Vol. 6. - P. 296-301.
5. Mechanically Tunable Single-Walled Carbon Nanotube Films as a Universal Material for Transparent and Stretchable Electronics/ Gilshteyn E.P., Romanov A. S., Kopylova D.S., et al. / [J]. ACS Applied Materials & Interfaces. – 2019. - 11 (30). – P. 27327-27334.
6. Experimental investigation of resistance-strain behavior of carbon nanotube fibers and yarns under single and cyclic loads / Qing-Sheng Yang and Dong-Lai Liu Xia-Liu. // Materials Research Express. - 2018. – Vol. 6 (2).
7. Strain rate-dependent tensile properties and dynamic electromechanical response of carbon nanotube fibers/ A.S. Wu, X. Nie, M.C. Hudspeth, W.W. Chen, T.W. Chou, D.S. Lashmore, M.W. Schauer, E. Tolle, J. Rioux // Carbon. 2012. Vol.50 - P. 3876-3881.

8. A novel straightforward wet pulling technique to fabricate carbon nanotube fibers / Maria A. Zhilyaeva, Eugene V. Shulga, Sergey D. Shandakov, Ivan V. Sergeichev, Evgenia P. Gilshteyn, Anton S. Anisimov, Albert G. Nasibulin, // Carbon. – 2019. - Vol. 150. - P. 69-75.

9. Single-walled carbon nanotube synthesis using ferrocene and iron pentacarbonyl in a laminar flow reactor/ A. Moisala, A.G. Nasibulin, D.P. Brown, H. Jiang, L. Khriachtchev, E.I. Kauppinen // Chem. Eng. Sci. – 2006. – Vol. 61. - P. 4393-4402.

10. On-line detection of single-walled carbon nanotube formation during aerosol synthesis methods / A. Moisala, A.G. Nasibulin, S.D. Shandakov, H. Jiang, E.I. Kauppinen // Carbon. – 2005. – Vol. 43. - P. 2066-2074.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., Шандаков С.Д., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.853, 53.535.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ ПО ТЕМЕ «РЕФРАКТОМЕТРИЯ»

Лисицына Т.А

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

tshankina@icloud.com

Разработано мультимедийное приложение к общему физическому практикуму по теме: «Рефрактометрия». Решены задачи визуализации физических основ лежащих в основе определения показателя преломления исследуемых жидкостей с помощью рефрактометра. В приложении представлена полная визуализация лабораторного эксперимента.

Современная эпоха характеризуется как информационное общество, наделенное разнообразными услугами и достаточным объемом знаний. Взаимодействие и существование человека в обществе такого типа осуществляется через медиа и виртуальное пространство, центральным звеном которого является визуальный образ. В современном мире визуальные образы – это средство коммуникации визуализирующего мира во всех сферах жизни, включая образование. Именно поэтому в образовании очень остро стоит проблема внедрения методик визуализации образовательного контента [1].

Целью научной исследовательской работы является разработка интерактивного учебно-методического приложения к лабораторному практикуму по теме «Рефрактометрия».

В процессе разработки приложения решались следующие задачи:

- ✓ Методическое исследование лабораторной работы по курсу «Оптика» по теме «Рефрактометрия».
- ✓ Освоение методики разработки интерактивной анимации для визуализации физических явлений.
- ✓ Визуализация физической сути рефракции света.

Приложение разрабатывалось в графическом редакторе AdobeFlash, которое позволяет не только разрабатывать визуальные графические объекты, но и делать их интерактивными. В результате появляется возможность в разработанном приложении полностью имитировать лабораторный эксперимент.

Учебно-методическое приложение представлено в виде каталога, в котором можно переходить с одной сцены на другую. Для переходов между сценами разработаны интерактивные кнопки с программным кодом

Для имитации лабораторного эксперимента используется технология перетаскиваемых, видимых и невидимых клипов и кнопок. Так например, можно перемещать колбы с

исследуемыми растворами. При этом на перетаскиваемых элементах максимально фиксируется внимание обучаемого. Меню, представленное на каждой сцене, определяет последовательность действий обучаемого. В каждом пункте имеются комментарии. Ниже представлены фрагменты мультимедийного учебно-методического приложения (рис.1) [2].

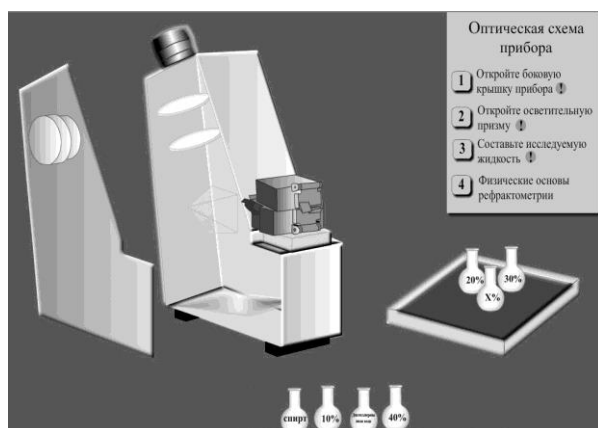


Рисунок 5. Оптическая схема рефрактометра

Работа выполняется на рефрактометре: оптическом приборе, который используется для измерения показателя преломления различных жидкостей. Оптическая схема представлена на (рис.1). Принцип его действия, основан на явлении полного внутреннего отражения.

Для визуализации физической сути отражения и преломления света на границе раздела двух сред разработана анимация в графическом редакторе Synfig. Данная анимация интегрируется в приложение с помощью flv плеера (рис.2).

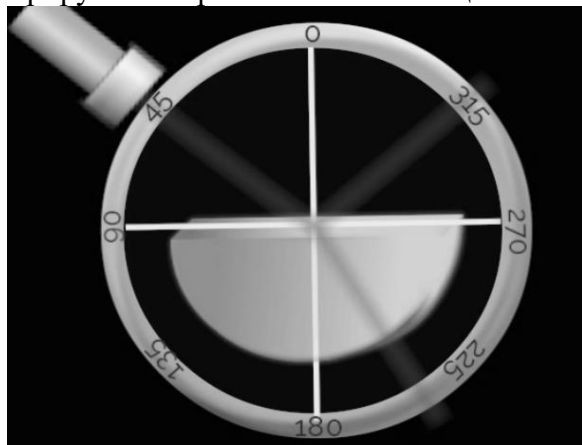


Рисунок 6. Визуализация отражения и преломления света на границе раздела двух сред

Все измерения проводятся в "белом" свете. Для того, что бы найти показатель преломления исследуемой жидкости нужно нанести несколько капель на предметную призму [3].

Интерактивные элементы полностью позволяют визуализировать это действие. Щелчком левой клавиши мыши по управляющим кнопкам запускается анимация, в которой пипетка с исследуемым раствором перемещается на осветительную призму (рис.3) . При этом из пипетки капает жидкость и обучаемый в поле зрения наблюдает границу света и тени, которая получается в результате соответствующего хода лучей (рис.4).

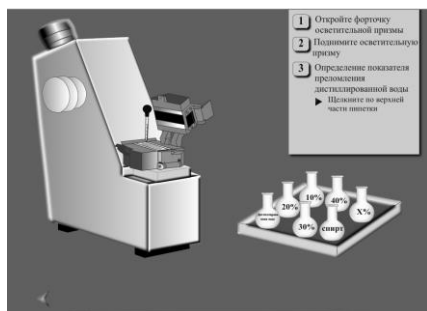


Рисунок 7. Нанесение исследуемой жидкости на предметную призму

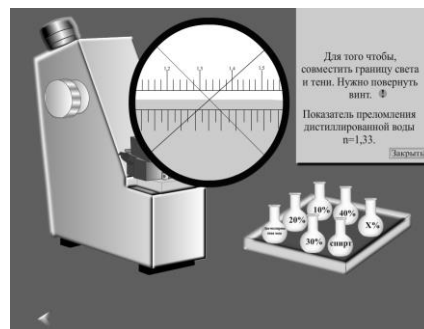


Рисунок 8. Определение показателя преломления по границе света и тени

Также в работе разработана карта визуализации метода определения показателя преломления с помощью рефрактометра (рис.5). Карта позволяет провести анализ и обобщение изучаемой темы. С помощью карты визуализируются причинно следственные связи между теоретическими основами рефрактометрии и экспериментом. Карта позволяет реализовать завершающий этап изучения данной темы - рефлекссию. Рефлексия необходима для формирования общей картины изучаемого явления.



Рисунок 9. Карта визуализации метода определения показателя преломления с помощью рефрактометра

Разработанное интерактивное учебно-методическое приложение позволяет с полной визуализацией лабораторного эксперимента и физических основ изучаемого явления позволяет:

- ✓ В виртуальном режиме познакомиться с основными элементами установки, порядком выполнения работы и расчетом физических величин.
- ✓ В виртуальном режиме пронаблюдать рефракцию света.
- ✓ С помощью комментариев и интерактивной анимации детально проработать физическую суть изучаемого явления.

Литература и источники

3. Подготовка учителя к использованию новомедийных визуальных коммуникаций в образовании [Электронный ресурс]: URL: http://connect-universum.tsu.ru/blog/connectuniversum2014_ru/476.html (дата обращения 06.09.2019).

4. Журавлева Л.В. Опыт разработки демонстрационно – моделирующих учебно – методических материалов по теме «Получение поляризованного света в одноосных кристаллах» / Л. В. Журавлева // Вестник Кемеровского государственного университета. – Кемерово. – 2013. – №4 (56).

5. Ландсберг Г.С. Оптика. Учебное пособие для вузов. 7-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 852 с

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Журавлева Л.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

СТРУКТУРНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОДИДА ХОЛИНА ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Гордиенко К.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

gordie-kirill@rambler.ru

В настоящее время стоит задача разработки безопасных, дешевых, а также экологически чистых электрохимических устройств. В качестве основных претендентов на роль электролитов в таких устройствах как конденсаторы [1] и термобатареи [2] выступают ионные кристаллы, к числу которых относятся и галогениды холина. Данные молекулярные кристаллы привлекают к себе внимание, прежде всего, как экологически чистые реакционные среды с низкой стоимостью и хорошей водорастворимостью, что позволяет производить из них высокопроводящие водные растворы.

В данной работе были проведены теоретические исследования структурных и оптических свойств иодида холина (ChI) (рис.1) при различных давлениях. Расчеты проводились с использованием пакета Crystal [3], основанного на теории функционала плотности. Использовался PBE функционал с дисперсионной поправкой D3 [4], которая позволяет корректно учитывать межмолекулярное взаимодействие.

Молекулярный кристалл $C_5H_{14}NO$ I относится к моноклинной сингонии с пространственной группой P_{21} . Параметры решетки при различных давлениях приведены в таблице 1.

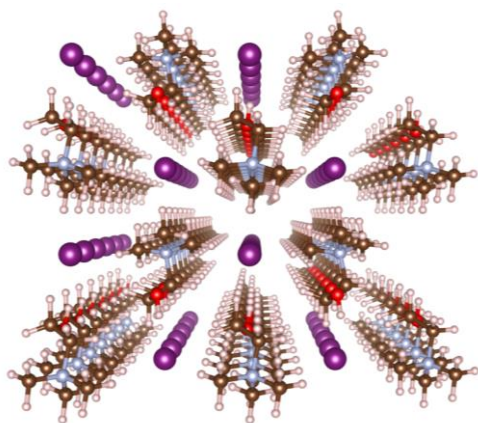


рис.1. Кристаллическая структура йодида холина

таб.1. Параметры решетки $C_5H_{14}NO$ I под давлением

Давление, [GPa]	a, [Å]	b, [Å]	c, [Å]	Угол β , °
0	5.830	7.981	8.913	92.6
0.5	5.792	7.822	8.817	93.0
1	5.768	7.694	8.729	93.4
1.5	5.750	7.587	8.650	93.7
2.0	5.731	7.496	8.582	94.0

Длины связей, а также параметры решетки, рассчитанные для нулевого давления, находятся в хорошем соответствии с результатами других авторов [5,6]. Уменьшение объема элементарной ячейки от 0 GPa до 2.0 GPa составило 11.21%, что говорит о существенном изменении решетки, однако в самих молекулах иодида холина изменения не столь значительны, это видно по изменению длин связей, к примеру, для связи N-C изменение

составило всего 0.33%, для связи С-О - 0.28%, для С-С - 0.06%. Расстояния между молекулами изменились сильнее, в среднем на 6% (между связями О-Н). О незначительном изменении в строении молекул также свидетельствует рассчитанный ИК-спектр кристалла, приведенный на рисунке 2.

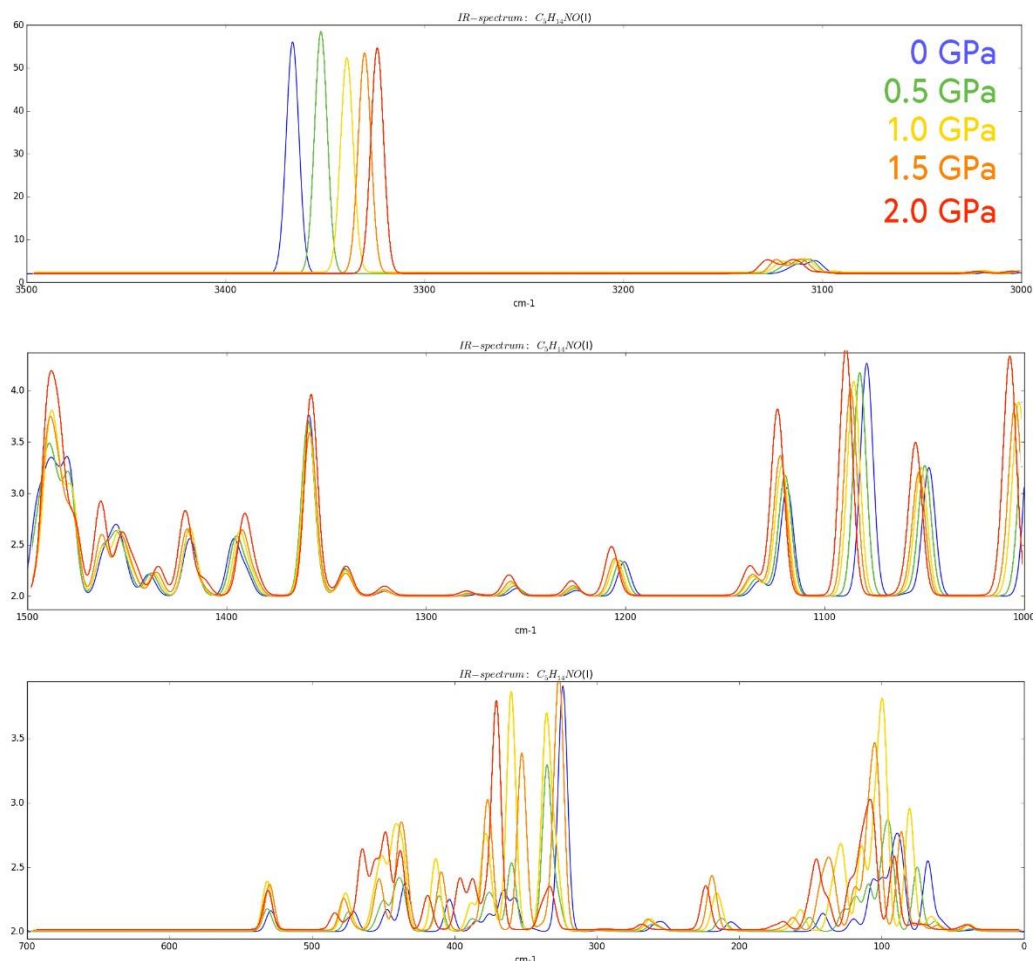


рис.2 ИК-спектр кристалла иодида холина при различных давлениях

Как видно из рисунка 2, сильнее всего подверглась изменению высокочастотная часть спектра, отвечающая колебаниям связанной гидроксильной группы О-Н от 3362 до 3321 см⁻¹, что составляет 1,21%. Менее всего изменилась средняя часть спектра, отвечающая внутримолекулярным колебаниям связей С-С (1250-1140 см⁻¹), С-Н (1360-1020 см⁻¹) и С-О (1260-1000 см⁻¹), среднее изменение составляет порядка 0.35%. Сильнее сместились пики колебаний в низкочастотной области, отвечающей деформационным колебаниям О-Н (950-900 см⁻¹), а также колебаниям самой решетки, их изменение в среднем составило порядка 10%.

В ходе данной работы были исследованы структурные и оптические изменения кристалла иодида холина под давлением. Результаты расчетов позволяют сделать вывод о незначительном изменении в структуре самих молекул в зависимости от давления. Наибольшим изменениям подверглась структура элементарной ячейки.

Литература и источники

1. Patryk Przygocki // Journal of Power Sources. 2019. № 427. С. 283–292.
2. Tomoya Shimono // Chemistry letters. 2017. Т. 47. № 3. С. 261-264.
3. R. Dovesi // WIREs Comput. Mol. Sci. 2018. С.1360.
4. S. Grimme // Chem. Phys. 2010. Т. 132. С.154104.

5. M.E. Senko and D.H. Templeton // Acta Cryst. 1960. № 13.C. 281
6. J. Hiortas and H. Sorum // Acta Crystallogr. Sect. E. 1971. № 27. C. 1320

Научный руководитель - д.ф.-м.н., профессор Журавлев Ю.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.853

РАЗРАБОТКА КЕЙС-ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Кудисов Н.Г

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

nikita.kudisov_1@mail.ru

Разработка кейс-заданий для проектной деятельности учащихся является актуальной, поскольку это стало современной частью процесса образования. В основу разработки эталона положена целевая установка, предусматривающая переход от догоняющей к «опережающей» модели развития российского образования, отказ от прямого повторения западных моделей образования. Другой отличительной особенностью нового эталона является переход в образовании к стратегии социального проектирования и конструирования на основе системно-деятельностного подхода и сообщения образовательному процессу воспитательной функции. Целью образования является общекультурное, личностное и познавательное развитие учащихся, обеспечивающее такую важную компетенцию, как умение учиться. Для решения данной задачи применяются многочисленные инновационные технологии на основе активных методов обучения. В основе поиска и конструирования методов обучения лежит структура соответствующих функций, которые выполняются в образовании. Среди нынешних технологий и методов обучения в последнее время особое место в образовании занимает обучение кейс технологией, а именно кейс – методом. Кейс-метод-это совместный, дискуссионный способ обучения, при котором ученики приобретают навыки критического мышления, общения и групповой динамики. Ученики могут работать с кейсом во время занятий в целом или в небольших группах.

Методика преподавания физики по кейс-методу имеет свои особенности. Кейс – технология позволяет на уроках физики, наряду с усвоением конкретных формул, свойств, научить преобразовывать и применять «физический» опыт для получения новых знаний. Отличается не только образовательным эффектом, связанным с получением профессиональных знаний и умений, но и влиянием на социализацию учеников, формирование их личностных качеств. А именно, научить работать с текстами, рисунками, графиками, таблицами и схемами с целью отбора, поиска и извлечения информации для ответов на вопросы, аргументация своей точки зрения. Кейс-метод формирует прогрессивную парадигму обучения, которая характеризуется высоким уровнем эффективности и отвечает требованиям времени.

Разработанный нами кейс «Физика - все, что нас окружает» включает в себе проблему, которую следует изучить, проанализировать и предложить модель решения, обоснованную рядом условий, свойств, преобразований на основе фундаментальных физических знаний. Он позволяет оптимально сочетать теорию и практику, развивать навыки работы с различными источниками информации. Ученики не получают готовых знаний, а учатся получать их самостоятельно. Решения, принятые в повседневной ситуации, быстро запоминаются, и это лучше, чем запоминать правила. Процесс решения поставленной в данном случае задачи является творческим процессом обучения, который предполагает коллективный характер познавательной деятельности.

Различают несколько этапов работы с кейсом:

- индивидуальная подготовка;
- обсуждение в небольшой группе;
- обсуждение в большой группе или классе;

Содержание кейса – не просто качественное описание реальной ситуации. Это информация, представленная таким образом, чтобы ученик погрузился в ту же самую информацию, что и автор кейса.

Структура и содержание кейса:

- представление темы урока, проблемы, вопросов, задания;
- вопросы для исследования;
- сопутствующие факты, положения, варианты, альтернативы;
- учебно-методическое обеспечение;
- наглядный, раздаточный или другой иллюстративный материал;
- литература основная и дополнительная;
- коллективное принятие решений;
- критерии для интерпретации полученных результатов.

Кейс-метод-это педагогический подход, который использует случаи принуждения к принятию решений, чтобы поставить учеников в роли людей, которые столкнулись с трудными решениями в какой-то момент в прошлом. В отличие от многих других методов обучения, кейс-метод требует, чтобы преподаватели воздерживались от предоставления своего собственного мнения о рассматриваемых решениях. Скорее, главная задача преподавателей, использующих метод кейсов, состоит в том, чтобы попросить учеников разработать, описать и защитить решения проблем, представленных в каждом конкретном случае.

Литература и источники

1. Даутова О.Б., Современные педагогические технологии в профильном обучении: учеб.-метод. пособие для учителей /О.Б. Даутова, О.Н. Крылова; подред. А.П. Тряпицыной. – СПб.: КАРО, 2006. – 176с.
2. Метод О. И. Ваганова кейс-метод в профессиональном обучении: Учеб.пособие / Ваганова Н. Н. Нижний Новгород: ВГИПУ, 2011. -57 р.
3. <http://www.moluch.ru/archive/48/6005> / образовательные возможности кейс-метода К. А. Планкина в профессиональном образовании / А. Планкин, В. А. Ченобытов // молодой ученый. 2013. №1. - 354-355р.
4. Г. Смольянинова дидактические возможности метода case study в обучении студентов. Гуманитарный Вестник. Красноярск, 2000 год.-66 р.
5. Изменения в образовательных учреждениях: опыт исследования методом кейс – стадии / под ред Г.Н. Прокументовой.- Томск, 2003.

Научный руководитель – к.х.н., доцент Дягилев Д.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УСТАНОВКА ПО РЕАКТИВАЦИИ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Поляков С.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Savelij.polyakov@mail.ru

Основная часть химических полупродуктов, которые сейчас выпускают, используется химическими предприятиями России для производства пластмасс и удобрений, а также для поставки на экспорт.

Продукты коксования каменного угля нужны в металлургии для производства высококачественных сталей.

Углеродные материалы – это инновационный высокорентабельный и дефицитный на мировом рынке продукт, наличие собственного производства таких материалов в стране определяет глобальные позиции государства на стратегических рынках наноматериалов и композитов.

Новейшие технологии получения электро- и теплоэнергии из угля позволяет решить проблему энергодифицита без увеличения воздействия на окружающую среду.

Технологии переработки техногенных отходов сжигания угля делают масштабные экологические задачи, а полученные продукты (промышленные сорбенты, строительные материалы) востребованы в промышленности.

Установка направлена на создание биореакторных систем, которые обеспечивают условия для эффективного производства жидких и газообразных продуктов из шламов углеобогащения и низкокачественных углей. При этом обеспечивается предварительная обработка, которая делает шламы углеобогащения и низкокачественные угли восприимчивыми к микробиологическому разложению.

Общая проблема при сжигании низкокачественных углей или отходов углеобогащения это низкая теплотворная способность, значительное загрязнение окружающей среды и высокие транспортные издержки. Реализовать эффективное, чистое и «зеленое» использование такого топлива можно с помощью биосинтеза газа. Уголь может анаэробно разлагаться микроорганизмами до метана, при этом состав питательной среды, температура, pH и другие условия окружающей среды существенно влияют на выход и скорость производства биометана.

Задачей, на решение которой направлено работа эффективное производства жидких и газообразных продуктов из углей микробиологическим воздействием. Установка позволяет проводить эксперименты по газификации углесодержащих веществ, разрабатывать технологии биогазификации и осуществлять технико-экономическое обоснование разрабатываемых технологий. Установка состоит из термостатированного реактора, контура реакторных газов включающего циркуляционный насос, ресивер и гребенку для установки датчиков, отличающаяся тем, что позволяет непрерывно осуществлять предварительную обработку углесодержащих образцов УФ светом в потоке кислорода и последующее микробиологическое воздействие, заключающееся в биогазификации и/или солубилизации в атмосфере кислорода, азота или инертного газа и при этом контролировать в реакторе температуру, влажность, состав атмосферы.

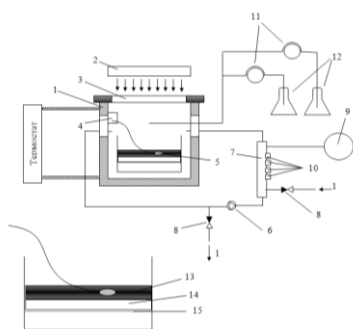


Рис. 1. Схема установки

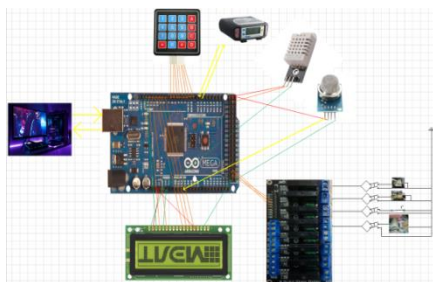


Рис. 2. Функциональная схема.

Подключается Arduino Mega 2560 к ПК по интерфейсу USB 2 , затем подключаем к Arduino 4x4 клавиатуру в PIN 0,23,2,3,4,5,6,7. 16x2 LCD 1 - GND, 2- 5V, 3- GND, 4 – PIN 13, 5 – GND, 6 – PIN 12, 11-14 – PIN 11-8, 15 – 3,3V, 16 – GND. Газоанализатор – PIN 14-15. DHT22 – 1 – 5V, 2 – PIN 22, 3 – GND. MQ2 – 1 – A0, 2 – 5V, 3 – GND. Relay – CH1 – PIN 24, CH2 – PIN 25, CH3 – PIN 26,

Затем подключаем через реле 8 Solid State Relay UT-4, перистальтический насос, термостат, двигатель.

Формула изобретения: Установка для моделирования условий газификации и ожижения шламов углеобогащения и низкокачественных углей микробиологическим воздействием состоящая из термостатированного реактора, контура реакторных газов включающего циркуляционный насос, ресивер и гребёнку для установки датчиков, отличающаяся тем, что позволяет непрерывно осуществлять предварительную обработку углеродсодержащих образцов УФ светом в потоке кислорода, азота или инертного газа и при этом контролировать в реакторе температуру, влажность, состав атмосферы.

Литература и источники

1. Пат. № 2694965 Российская Федерация/Дягелев Д.В.
2. Журавлёв Ю.Н. (2017). Отчёт по заданию на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проектной части государственного задания № 15.3487.2017/ПЧ «Разработка подходов к ресурсосберегающим технологиям биотрансформации отходов угледобычи». Кемерово. Министерство образования и науки Российской Федерации.

РАЗРАБОТКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Яковлев А.Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

ayakovlev524@gmail.com

Разработка тестовых заданий по курсу общей физики для обучающихся по направлению прикладная математика и информатика является актуальной, поскольку тестовая система стала неотъемлемой составной частью процесса образования. Это вызывает необходимость изучения вопросов технологии создания тестов, их качественных характеристик, в первую очередь оценки надёжности и валидности применяемых тестовых систем. В настоящей работе представлены результаты разработки и апробации тестовых заданий по механике и молекулярной физике.

Методика составления тестовых заданий по физике.

Все методики и правила составления тестовых заданий разработаны в первую очередь для того, чтобы тесты были достаточно валидными и имели необходимый индекс (уровень) трудности. Только при соответствии этим двум требованиям тесты можно считать пригодными для проверки уровня усвоения знаний учащихся.

Валидность – это пригодность теста для той цели, для которой он и проводится. Иными словами, валидность – это сравнение результатов тестирования с оценкой уровня знаний тестируемого, полученной другим способом. [1, 2]

Наибольший вклад в методику разработки тестовых заданий в научных дисциплинах внес профессор, доктор педагогических наук, член РАО – Аванесов Вадим Сергеевич. Именно он, еще во времена СССР, создал современную российскую методику разработки тестовых заданий. Выделим ее основные требования: [3, 4]

- исключить задания с одинаковым алгоритмом решения;
- включить в тест различные виды вопросов;
- обеспечить необходимый уровень трудности;
- проверить, чтобы текст ни одного из заданий не содержал дополнительной информации, которую можно использовать в качестве подсказки;
- подобрать задания так, чтобы они в полной мере соответствовали изученному учебному материалу и максимально охватывали его;
- составить тест так, чтобы он содержал только важные элементы изученного материала.

Вторым важным требованием теста является индекс трудности. Индекс трудности теста – величина, характеризующая насколько трудным является тестовое задание, и тест целиком. Его можно найти с помощью общепринятого простейшего соотношения количества неверных ответов и количества тестируемых:

$$q = \frac{n}{N} \quad (1)$$

где q – индекс трудности,

n – количество неверных ответов на задание,

N – количество тестируемых.

Тест считается пригодным, если индекс трудности лежит в промежутке:

$$0,2 \leq q \leq 0,8 \quad (2)$$

Следующим требованием методики составления тестовых заданий является подбор неправильных вариантов ответа – дистракторов. Для правильного подбора дистракторов составитель тестовых заданий должен не только обладать очень хорошим знанием физики, но

и уметь работать со справочным материалом. Неправильные варианты ответов должны быть максимально обоснованы, и не должны повторяться в разных вопросах, чтобы тестируемый не пытался найти верный ответ методом исключения неверных. Гораздо проще подобрать неверные варианты ответов в практических заданиях (задачах), где неверные варианты можно подобрать путем «игры» с единицами измерений, степенями, долями чисел и т.д.

Составленные тестовые вопросы ранжированы по тематике изучаемого предмета и включают в себя 12 заданий по механике и 8 заданий по молекулярной физике. Вопросы помогают подготовиться к дифференциальному зачёту по физике. Объем заданий соответствует программе по физике для студентов, обучающихся по специальности «Прикладная математика и информатика». Тестовые задания помогают закрепить понимание законов кинематики, динамики, колебательного движения, молекулярной физики с применением знаний прикладной математики.

В номерах тестовых вопросов (8, 13) требуется найти соответствие каждому элементу множества, в номерах заданий (6, 12, 18) требуются заполнить пропуски текста определения или закона ключевыми словами. Все оставшиеся вопросы построены по принципу выбора одного правильного ответа.

Составленные тестовые задания были апробированы на обучающихся математических направлений института фундаментальных наук (М-182, М-185, М-171). Общее количество тестируемых обучающихся - 55. Обработка результатов тестирования заключалась в определении правильных/неправильных ответов и расчета индекса трудности для каждого задания (Табл. 1). Из таблицы 1 видно, что 11 и 18 задания теста имеют значение индекса трудности ниже порогового значения 0,2. В то же время верхняя граница этого индекса представлена двумя заданиями 12 и 14 с индексом 0,7.

Табл. 1.

Коэффициент трудности тестовых заданий

Номер задания	Количество верных ответов	Количество неверных ответов	Индекс трудности, q
1	24	31	0,6
2	44	11	0,2
3	22	33	0,6
4	32	23	0,4
5	27	28	0,5
6	43	12	0,2
7	35	20	0,4
8	40	15	0,3
9	31	24	0,4
10	45	10	0,2
11	47	8	0,1
12	33	22	0,7
13	37	18	0,3
14	16	39	0,7
15	40	15	0,3
16	40	15	0,3
17	38	17	0,3
18	51	4	0,07
19	22	33	0,6
20	40	15	0,3

Можно сделать вывод, для того чтобы тест был пригоден для проверки уровня знаний он должен иметь необходимый индекс трудности, а так же иметь максимально обоснованные дистракторы.

Литература и источники

1. Майоров, А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования / А. Н. Майоров. – М.: Интеллект центр, 2001. – 296 с.
2. Крисилов, В. А. Методика анализа педагогических тестов по результатам тестирования / В. А. Крисилов, Т. В. Онищенко, Н. В. Русинова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/Portal/natural/Popu/2007_2/5-3.pdf. – Дата доступа: 06.01.2010.
3. Материалы к семинару по обработке результатов тестирования [Электронный ресурс]. – Владивосток, 2001. – Режим доступа: http://kpmit.wl.dvgu.ru/library/aschepkova_testing17102001/index.phtml. – Дата доступа: 12.01.2010.
4. Ким, В. С. Тестирование учебных достижений: монография / В. С. Ким. – Уссурийск: Изд-во УГПИ, 2007. – 214 с.

Научный руководитель – к.х.н., доцент Дягилев Д.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

■ ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ

УДК 661.961

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

¹Бин С.В., ²Суrowая В.Э.

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

²ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
peen@ngs.ru, sur.vik@mail.ru

В работе проведен анализ основных направлений развития в области производства аммиака. Показан баланс мирового рынка потребления аммиака. Рассмотрены аспекты современного производства. Приведены новейшие техники и технологии Low Energy, Megammonia компании «Lurgi», в том числе каталитические разработки LAC фирмы «Linde».

Аммиак (NH_3) применяют в производстве азотной кислоты (HNO_3), мочевины ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$), нитрата аммония (NH_4NO_3), $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а также уротропина, аммофоса, возможно использование аммиака как удобрения в жидком виде и хладагента. Производство аммиака предполагает выпуск его в виде раствора двадцатипятипроцентного, который называется аммиачная вода или просто в жидком [1]. Известно, что транспортировка водного раствора аммиака возможна в баллонах из стали, железнодорожных цистернах и автомобильных, водным транспортом, в танкерах, магистральным трубопроводам. Сегодня, мировое потребление аммиака растет, с ростом использования минеральных удобрений в с/х.

Природный газ основа основ, сегодня из него получают не только аммиак, метанол, ацетилен, многоатомные спирты [1]. Девяносто процентов ПГ как раз расходуется на получение первых трет продуктов. Уже сейчас для производства синтетических жидких топлив расходуется природный газ [2].

Потребление аммиака коррелирует с глобальным спросом на удобрения. Например, в 2014 г. около 77% потребляемого во всем мире аммиака было использовано в производстве

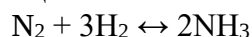
удобрений. При этом более 60% пришлось на производство карбамида, около 10% – на производство аммиачной селитры.

В 2015 г. примерно половина всего аммиака потреблялась в Азии, причем около трети – в Китае. Вторым по объемам рынком остаются Соединенные штаты Америки (восемнадцать млн.т.), Индия (семнадцать млн.т.), Российская Федерация (одиннадцать с половиной млн.т.), Индонезия (пять с половиной млн.т.). Таким образом, перечисленные выше страны потребляют около двух третей потребляемого в мире аммиака [3].

Баланс мирового рынка аммиака практически не меняется: потребление на 90% продолжает обеспечиваться внутренним производством, а доля мировой торговли составляет соответственно 10% (около 20 млн т). Крупнейшими нетто-экспортерами являются Тринидад и Тобаго, Россия и Индонезия, а крупнейшими нетто-импортерами – США, Индия и Южная Корея.

Китайский рынок аммиака сегодня является практически профицитным: ожидается, что китайские мощности не будут загружены больше чем на 60%, общий уровень недоиспользованных мощностей в Китае в 2016 г. Составил сорок млн.т. в год аммиака. Впервые получил аммиак в чистом виде английский ученый Дж. Пристли (Priestley) в 1774 г.

Сегодня, в промышленности получают аммиак прямым синтезом из азота и водорода. В 1908 году предложил данный способ немецким химиком Ф. Габером (Haber) [3,4]:



Физико-химические основы данного процесса, согласно принципу Ле-Шателье нужно увеличить давление и снизить температуру. Теплосодержание указанной системы при 29,4 МПа составляет 52,38 кДж/моль при 500°C и 51,29 кДж/моль при 400°C. Катализатором данной реакции является железо, активированное оксидом калия (II), оксидом алюминия, оксидом кальция и т.д. Соединения содержащие серу и кислород являются каталитическими ядами [4].

Синтетический NH_3 получают несколькими способами, которые отличаются по давлению системы: низкого (~10 МПа), среднего (25–30 МПа) и высокого (50–100 МПа) давления [3].

При давлении 3 – 4 МПа осуществляется паровая конверсия получения аммиака. Необходимо учитывать тот материал из которого изготавливаются трубы печей, они выдерживают не выше 850°C. Соотношение Пар – Газ на входе соответствует 3÷4 для уменьшения содержания остаточного метана. Шахтный реактор парокислородной конверсии – это вертикальный аппарат, внутри которого находится катализатор [5]. На вход реактора поступает смесь из природного газа, пара и кислорода в соотношении 1 : 0,6 : 1÷2 [6].

Когда давление тридцать МПа и температура пятьсот градусов Цельсия содержание аммиака в газовой смеси около тридцати процентов. Ввиду того, что производство осуществляется при значительных объемных скоростях (около 15000 ч⁻¹) для увеличения производительности катализатора, равновесие в системе не достигается.

Итак, мы выяснили, что основным сырьем для производства водорода в получении NH_3 является природный газ, перерабатываемый методом двухступенчатой паровой конверсии; менее десяти процентов приходится на коксовый газ, и водород, полученный электролизом воды [3, 4], существуют и другие способы получения водорода [7]. Производительность по аммиаку составляет 200 и 420 тыс. т/год.

Многих исследователей различного профиля привлекает производство аммиака и сопутствующих газов [5 – 8].

Перспективным способом получения водорода из природной воды является добавка сплава из алюминия и галлия, которые предварительно спрессовывают в пеллеты. Такие пеллеты погружают в емкость с водой, идет взаимодействие и выделяется водород. Чтобы алюминий не окислялся, галлий выполняет роль защитной пленки. В результате из пятисот грамм Al получают два с половиной киловатт в час энергии от сжигания H_2 и два с половиной

киловатт в час тепловой энергии. Интересный факт, что сто пятьдесят килограмм алюминия, достаточно для того, чтобы автомобиль проехал пятьсот пятьдесят километров [5,8].

Кроме того, еще одним из альтернативных направлений получения H_2 является, применение уксусной кислоты, как сырья, она относительно дешевая и во многих отраслях используется. Установка предполагает использование микробных топливных элементов или микробных ячеек. Бактерии *Rodobacter speriodes* перерабатывают органику, преобразуя на выходе в электроток. Возможен и другой механизм бактерии разлагают высокомолекулярные вещества в водород.

Этановая кислота в топливных элементах, основанных на микробах, может использоваться как топливо, и как сырье синтеза водорода, зависит это от того какой тип микробные топливные элементы или микробные ячейки [5, 10].

В настоящее время те предприятия, которые получают водород и аммиак, использующие из синтез-газа исключительно водород, предопределено потребляют синтез-газ намного больше, чем другие предприятия, которые научились использовать синтез-газ для производства не только водорода, но и оксид и диоксид углерода. Интересна практика других производств, которые получают метанол из синтез-газа, они потребляют синтез-газ в два раза больше, чем все другие предприятия.

Из вышеизложенного, следует, что проектирование совместных предприятий по производству метанол-водород и метанол-аммиак, является очень актуальным направлением, ввиду комплексного использования природного газа, что в свою очередь приведет к увеличению степени переработки природного газа. Важен экологический аспект, снижение потребления природного газа позволит уменьшить выбросы диоксида углерода [6].

Датская каталитическая компания «Haldor Topsøe» использует процесс Low Energy, предриформинг, в которой обычная схема получения аммиака модернизирована. Компания «ICI» использует процессы: AMV (давление синтеза 8–11 МПа) и LCA (давление синтеза 8 МПа); в последнем используется первичный риформинг с газовым обогревом.

Существуют технологии производства с снижением нормы заполнения катализатором (процесс LAC фирмы «Linde», в два раза уменьшено количество катализатора), или применяют новейшие катализаторы, на основе рутения (процесс КААР/KRES фирмы «Kellogg Brown & Root»). Интересно производство без первичного рифформинга КААР/KRES с давлением 9 МПа, процесс Megammonia компании «Lurgi» с давлением 20 МПа.

В 2016 г. в Республике Татарстан на заводе по получению минеральных удобрений ООО «Менделеевсказот» по проекту компании «Haldor Topsøe» был построен новый комплекс «Аммоний» (АО «Аммоний»). Сборку технологических линий обеспечил консорциум из японских компаний «Mitsubishi Heavy Industries» («МНН»), «Sojitz Corp.» и китайской компании «China National Chemical Engineering Co.». Завод будет выпускать 2050 т аммиака и до 680 т в сутки метанола. Предполагается, что нефтяной гигант ПАО «Нижнекамскнефтехим» станет первой площадкой потребителей метанола. Карбамид и нитрат аммония станут получать, для нужд сельского хозяйства из аммиака. Азотную продукцию планируется продавать в Россию (30%) и в страны СНГ, Европы и Северной Америки (70%) [3].

Литература и источники

1. Мещеряков Г.В., Комиссаров Ю.А. Конверсия природного газа для совместных производств метанол – водород, метанол – аммиак // Вестник МИТХТ, – 2011, Т.6, № 4. – С. 72 – 76.
2. Мещеряков Г.В., Комиссаров Ю.А. Совместные производства в химической промышленности // Вестник МИТХТ, – 2011, Т.6, № 4. – С. 77 – 81.
3. Карпов К. А. Технологическое прогнозирование развития производств

нефтегазохимического комплекса / Под ред. проф. И. А. Садчикова. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 492 с.

4. Матвеева Э. Ф. Методика обучения химии. Первоначальные знания по химическим производствам. – СПб.: Издательство «Лань», 2020. – 180 с.

5. Гуцин А.Д., Семенов В.П. Каталитическая конверсия природного газа. – М.: Химия, 1970. – 186 с.

6. Михайлов В.А., Суровая В.Э. Микробная установка производства водорода // сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия Молодая», 2017.

7. Суровой Э.П., Суровая В.Э., Бугерко Л.Н. Кинетические закономерности взаимодействия наноразмерных пленок висмута с аммиаком // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 6. С. 1020-1026.

8. Мазанко А.Ф., Камарьян Г.М., Помашин О.П. Промышленный мембранный электролиз. – М.: Химия, 1989. – 288 с.

9. Суровой Э.П., Бин С.В., Суровая В.Э., Бугерко Л.Н. Закономерности формирования наноразмерных пленок нитрида меди // Неорганические материалы, 2016. - Т. 52. - №. 12. - С. 1300–1305.

10. Min Sun, Guo-Ping Sheng, Lei Zhang, Chang-Rong Xia, Zhe-Xuan Mu, Xian-Wei Liu, Hua-Lin Wang, Han-Qing Yu, Rong Qi, Tao Yu and Min Yang. An MECMFC-Coupled System for Biohydrogen Production from Acetate. // Journals Environmental Science & Technology, 2008. T. 42, №21. – С. 8095–8100.

УДК 543.3:556.113.4

ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ МУТНОСТИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

¹Бин С.В., ²Суровая В.Э., ²Караулова А.Н.

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

²ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
peen@ngs.ru, sur.vik@mail.ru

В работе проведены исследования измерения мутности турбидиметрическим методом по каолину и формазину. Приведены метрологические характеристики аттестованной смеси. Установлено, что данную методику можно внедрить, как основной метод измерения мутности природных вод при контроле воды в диапазоне: от 1,0 до 13,0 ЕМФ.

Измерение мутности, как и сама мутность считается необходимым интегральным показателем и используется в водоподготовке, водоочистке, в пищевой и химической промышленности. Мутность воздействует на качество воды, влияя на её прозрачность, мутность, на количество взвешенных веществ, тем самым определяя денежные и временные затраты, необходимые на водоподготовку и водоочистку. Данный способ анализа широко развит во многих направлениях, что объясняется как разносторонней природой самого явления, так и широким спектром национальных и промышленных стандартов, которые, в основном, считаются узкоспециализированными и нацеленными на определенную технологию.

Турбидиметрический метод основанный на измерении затухания светового потока определенной длины волны, проходящей сквозь кювету содержащую коллоидный раствор, чаще всего сквозь образовавшуюся сuspензию частиц определяемого вещества. Чтобы получить более точных результатов необходимо получить взвесь с одинаковыми размерами частиц (монодисперсную взвесь), так как размер частиц сильно влияет на интенсивность прошедшего света [1].

Определенные условия приготовления суспензий и взвеси необходимо соблюдать:

- практически нерастворимый осадок, произведение растворимости должно быть меньше;
- осадок обязательно представляется в виде взвеси;
- поддержание стабильного взвешенного состояния твердых веществ обязательно, для него применяют защитные коллоиды (желатин, крахмал);
- определенное значение pH для образования труднорастворимого соединения;
- формирование дисперсной системы происходит в течении заданного времени, поэтому необходимо выдерживать для полного образования осадка количество времени;

В данных условиях формируются частицы осадка схожей формы и объёма, количество частиц находится в зависимости только от концентрации вещества в растворе.

Основным преимуществом этого метода является большая чувствительность, данный факт очень ценен по отношению к веществам или ионам, для которых нет цветных реакций и не предназначены фотометрические методы [4].

Методика регламентирует приготовление аттестованной смеси (АС) мутности. Метрологические характеристики аттестованной смеси приведены в таблиц 1 [4].

Таблица 1

Метрологические характеристики.

Наименование характеристики	Значение характеристики для аттестованной смеси	
	АС1	АС2
Аттестованное значение мутности C_{AC} (ЕМФ)	1,0	20,0
Границы погрешности аттестованного значения мутности, $\pm \Delta AC$ при $P=0,95$, (ЕМФ)	0,018	1,8

В испытательной лаборатории для измерения мутности по данной методики готовят аттестованные смеси со значением мутности по формазиневой шкале 1,0 ЕМФ и 20,0 ЕМФ [2].

Аттестованную смесь готовят из ГСО с аттестованным значением мутности по формазиневой шкале 4029 ЕМФ. Обмывают снаружи ампулу со СО водой и высушивают поверхность ампулы фильтровальной бумагой. Встряхивают ампулу не менее 20 раз в течении 1 минуты. Открывают ампулу и выливают содержимое в чистый сухой стакан. Активно перемешивают содержимое стакана круговыми движениями в течение одной минуты.

Осторожно доводят объем в колбе до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают.

Рассчитываются погрешности аттестованного значения $\pm \Delta AC$ при $P=0,95$, ЕМФ для $C_{AC1} = 1,0$ ЕМФ; $C_{AC2} = 20,0$ ЕМФ. Расчётное значение погрешностей для $C_{AC1} = 1,0$ ЕМФ получилось равным 0,018 ЕМФ, а для $C_{AC2} = 20,0$ ЕМФ равным 1,8 ЕМФ.

В лаборатории было проведено измерение мутности по формазину. Техника выполнения:

Аккуратно добавьте в кювету с толщиной оптического слоя 50 мм тщательно перемешанный испытуемый образец и снимаем показания устройства при длине волны 520 нм [3].

Результаты эксперимента аттестованной смеси АС со значением мутности по формазиневой шкале 1,0 ЕМФ приведены в таблицы 2.

Таблица 2

Мутность по формазиневой шкале 1,0 ЕМФ

Аттестованное значение С, ЕМФ	№ серии $l=1 \dots L \quad L=20$	Результаты параллельного определения		Результат измерения X1 (среднее арифметическое)	Выборочная дисперсия результатов параллельных определений
		1	2		
1,0	1	1,13	1,12	1,125	0,000050
	2	0,98	0,99	0,985	0,000050
	3	0,99	1,12	1,055	0,008450
	4	1,02	1,17	1,095	0,011250
	5	1,15	1,06	1,105	0,004050
	6	1,09	0,99	1,04	0,005000
	7	1,16	1,18	1,17	0,000200
	8	1,06	1,03	1,045	0,000450
	9	0,98	0,97	0,975	0,000050
	10	0,99	1,13	1,06	0,009800
	11	0,89	0,98	0,935	0,004050
	12	1,01	0,98	0,995	0,000450
	13	1,08	1,02	1,05	0,001800
	14	0,95	0,99	0,97	0,000800
	15	0,98	1,04	1,01	0,001800
	16	1,01	1,03	1,02	0,000200
	17	0,99	1,15	1,07	0,012800
	18	0,98	0,99	0,985	0,000050
	19	0,98	0,96	0,97	0,000200
	20	1,05	1,00	1,025	0,001250

Результаты эксперимента аттестованной смеси АС со значением мутности по формазиневой шкале 20,0 ЕМФ приведены в таблицы 3.

Проверяем значимость по критерию Стьюдента равна 0,10. Табличное значение $t_{\text{табл}} = 2,10$ для $P = 0,95$, и $f = 20-1=19$.

Так как $t_{\text{расч}} < t_{\text{табл}}$, значит оценка системной погрешности лаборатории незначительна в условиях случайного разброса равной нулю.

Таблица 3

Мутность по формазиневой шкале 20,0 ЕМФ

Аттестованное значение С, ЕМФ	№ серии $l=1 \dots L \quad L=20$	Результаты параллельного определения		Результат измерения X1 (среднее арифметическое)	Выборочная дисперсия результатов параллельных определений
		1	2		
20,0	1	20,26	19,78	20,02	0,115200
	2	20,34	19,74	20,04	0,180000
	3	20,54	20,21	20,375	0,054450
	4	19,81	20,18	19,995	0,068450

	5	20,31	19,76	20,035	0,151250
	6	19,87	20,38	20,125	0,130050
	7	19,74	20,19	19,965	0,101250
	8	19,74	19,76	19,75	0,000200
	9	20,43	20,05	20,24	0,072200
	10	20,06	20,39	20,225	0,054450
	11	20,15	20,38	20,265	0,026450
	12	19,75	20,15	19,95	0,080000
	13	20,28	20,05	20,165	0,026450
	14	19,94	20,19	20,065	0,031250
	15	20,26	20,23	20,245	0,000450
	16	19,76	19,71	19,735	0,001250
	17	20,39	20,16	20,275	0,026450
	18	20,28	19,83	20,055	0,101250
	19	19,85	20,55	20,2	0,245000
	20	20,45	20,31	20,38	0,009800

В ходе проведения измерения мутности по турбидиметрическому методу были выявлены незначительные погрешности, которые могут быть связаны с прибором измерения, что говорит о том, что данный метод применим.

Данную методику можно внедрить, как основной метод измерения мутности природных вод при контроле воды в диапазоне: от 1,0 до 13,0 ЕМФ вкл. с относительной погрешностью $\pm 20\%$; св. 13,0 до 100,0 ЕМФ вкл. с относительной погрешностью $\pm 14\%$

Литература и источники

1. Долгов В.В. Турбидиметрия в лабораторной практике. – Москва: Реафарм, 2007, – 175 с.
2. Приготовления аттестованной смеси мутности КАО «Азот».
3. ПНД Ф 14.1:2.4.213-05 «Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по коалину и по формазину».
4. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.

УДК 546.26-162:544.169

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА

Урбан Е.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Urbane.97@mail.ru

Благодаря уникальным физико-химическим свойствам графен является перспективным материалом в электронике, может заменить кремний при производстве суперконденсаторов, в производстве фотоэлементов, в области ультрафильтрации, биоинженерии и медицине, а так же является добавкой к полимерным материалам. Но этим использование графена и его модификаций не ограничивается, этот материал находит все больше применения в различных областях. В связи с этим, одной из важных задач является разработка методов получения графена и графеноподобных материалов в промышленных масштабах с необходимым спектром свойств. Одним из популярных способов получения графена является восстановление его оксида, причем продукт называют восстановленным оксидом графена и он не равняется графену из-за наличия повреждений структуры и остатков кислородосодержащих групп. Тем не менее, такой материал представляет значительный интерес и находит свои области

применения[1]. Так же существуют способы получения графена из спиртов, нагреванием в высоком вакууме карбида кремния, осаждением газообразных углеводородов на металлических подложках, адсорбцией молекул на твердом теле при помощи лазерных импульсов и другие.

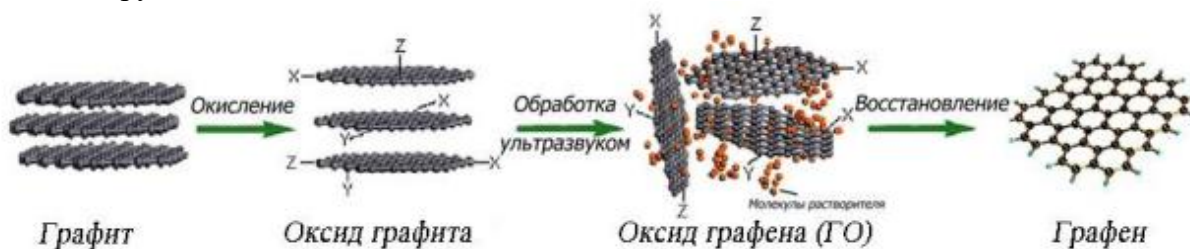


Рис. 1. Схема получения графена через промежуточное образование оксида графена (X, Y, Z – кислородсодержащие группы)[2]

Целью данной работы было получение оксида графена и исследование возможностей его химического восстановления. Сам оксид графена был получен по описанной в литературе методике методом Хамерса[3] из пенографита действием на него перманганатом калия в смеси фосфорной и серной кислот при температуре 40-45°C. По результатам ИК-спектроскопии в полученном продукте окисления имеются кислородсодержащие функциональные группы: OH, связанная водородными связями (3395 см^{-1}), C=O (1232 см^{-1}), COOH (1743 см^{-1} , 1630 см^{-1}), C-O-C (594 см^{-1} , 1057 см^{-1}). По данным элементного анализа оксид графена содержит 33,96% углерода, 46,10% кислорода и 3,24% водорода, а так же примеси серы и азота.

Восстановление проводили действием различных восстановителей. Были использованы аскорбиновая кислота в водном растворе, 9,10-дигидроантрацен в ДМФА, тетрагидроборат калия в водном растворе, порошок цинка в соляной кислоте. При использовании различных методов восстановления элементный анализ показал различное количество кислорода.

Наилучшие результаты были достигнуты с использованием аскорбиновой кислоты и дигидроантрацена. По данным ИК-спектроскопии для продуктов восстановления установлено уменьшение интенсивности пиков в области гидроксильной группы и исчезновение пиков карбонильных групп, что свидетельствует о восстановлении окисленного образца пенографита. Для восстановления аскорбиновой кислотой была использована методика, описанная в литературе [4]. При этом полученный оксид предварительно поместили в ультразвуковую ванну, а после нагревали в растворе аскорбиновой кислоты при 90°C в течение часа. Продукт получился черного цвета.

Дигидроантрацен предварительно получали восстановлением антрацена натрием в спирте. Восстановление оксида графена проводили при кипячении ДМФА, время восстановления варьировали от 2 до 14 часов. При более длительном нагревании происходит более глубокое восстановление. Однако частицы продукта при этом значительно слипаются.

Тетрагидроборат растворяли в воде и проводили восстановление при нагревании не больше 50 °C в течение 5 часов. Продукт восстановления имел темно-коричневый цвет, частицы быстро образовали достаточно крупные агрегаты. Восстановление с цинком в водной среде в присутствии кислоты проводилось так же при нагревании в пределах 50 °C. Перед каждым восстановлением порция дисперсии оксида была так же обработана ультразвуком.

Наименее эффективным восстановителем оказался тетрагидроборат. В полученном образце, по данным элементного анализа, содержание кислорода в восстановленном оксиде графена уменьшилось незначительно.

Литература и источники

1. Ткачев С. В., Буслаева Е. Ю., Губин С. П. Графен– новый углеродный наноматериал //Неорганические материалы. – 2011. – Т. 47. – №. 1. – С. 5-14
2. Диятов, Д. Н. Графен: способы получения и его использование в химии //Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, 9-11 апреля 2015 г., Юрга.—Томск, 2015. – 2015. – С. 553-555.
3. Karthikeyan K., Murugan V., KyusikYun b Химический и структурный анализ оксида графена с разными степенями окисления.- CARBON.- 53 (2013).- Р. 38 –49.
4. AbdolhosseinzadehSina, Fast and fully-scalable synthesis of reduced graphene oxide [Электронныйресурс]: науч. Журн. /SinaAbdolhosseinzadeh, HamedAsgharzadeh, NyounghSeop Kim [идр.] //Scientificreports 2015, 10160 (2015), с. 10160. Режимдоступа: <https://www.nature.com/articles/srep10160>

Научный руководитель – к.х.н., доцент Ткаченко Т.Б., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 66.091.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИНТЕЗА ПОЛИЭФИРА АЛКИЛАНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Бузмакова Г.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

galya.ru97@mail.ru

Эмульгаторы – это поверхностно активные вещества (ПАВ), которые облегчают процесс эмульгирования и способствуют образованию устойчивой эмульсии. [1] В современном мире существует огромное разнообразие эмульгаторов, которые находят применение в самых разнообразных областях. Значительный интерес вызывает полиэфир алкилантарной кислоты, который является одним из наиболее универсальных и перспективных эмульгаторов для изготовления эмульсионных взрывчатых веществ. В настоящее время полиэфир алкилантарной кислоты производят многие лаборатории, одной из которых является лаборатория ООО «Завод углехимии», с которой мы сотрудничали в процессе выполнения данной работы. В лаборатории ООО «Завод углехимии» накоплен большой практический опыт по производству данного вещества, разработана методика получения полиэфира, которая представляет собой сложный, многостадийный, требующий контроля на каждой стадии реакции процесс. Обнаружены некоторые существенные проблемы при производстве эмульгатора. В процессе синтеза протекают параллельные реакции, приводящие к образованию побочных продуктов и впоследствии к сильному загрязнению. Для изготовления эмульгирующей добавки особое внимание уделяют её чистоте, поскольку именно от этого зависит одна из самых важных характеристик взрывчатого вещества – его устойчивость. В лаборатории ООО «Завод углехимии» процесс очистки синтезируемого эмульгатора осуществляется методом фильтрации. Это процесс трудоемкий, многоступенчатый и имеет несколько особенностей, которые необходимо строго контролировать:

1. Фильтрация проводится при повышенных температурах, что связано с высокой вязкостью продукта. При этом температура не должна превышать 130°C;
2. В целях недопущения окисления эмульгатора при повышенных температурах кислородом воздуха, фильтрацию проводят под азотной подушкой и используют для создания избыточного давления только азот.
3. В зависимости от дисперсности механических примесей, в качестве фильтрующего компонента возможно применение фильтровальной бумаги/картона или фильтрующей ткани.

Фильтрация с использованием бумаги/картона приводит к задержке более тонких частиц, однако при этом процесс чрезвычайно длительный и требует частой перезарядки фильтрующего элемента, поэтому фильтрация с использованием бумаги/картона подходит для лабораторных испытаний, для промышленного же использования предпочтительнее применять белитинг.

4. Эмульгатор обязательно должен проходить контроль методом микроскопии, для определения чистоты продукта и качества фильтрации. При наличии механических примесей продукт подвергается повторному фильтрованию.

Вследствие этого целью данной работы является изучение возможностей модификации существующей методики синтеза, приводящих к снижению загрязнений конечного продукта – полиэфира алкилантарной кислоты.

Синтез полиэфира алкилантарной кислоты представлен на схеме (рис.1) [2]. Он осуществляется в достаточно жестких условиях, при температуре 190°C в течении 6 часов, в атмосфере азота. Определяющей стадией процесса является первая - присоединение малеинового ангидрида (МА) к полиизобутилену (ПИБ), которая на сегодняшний день изучена недостаточно хорошо.

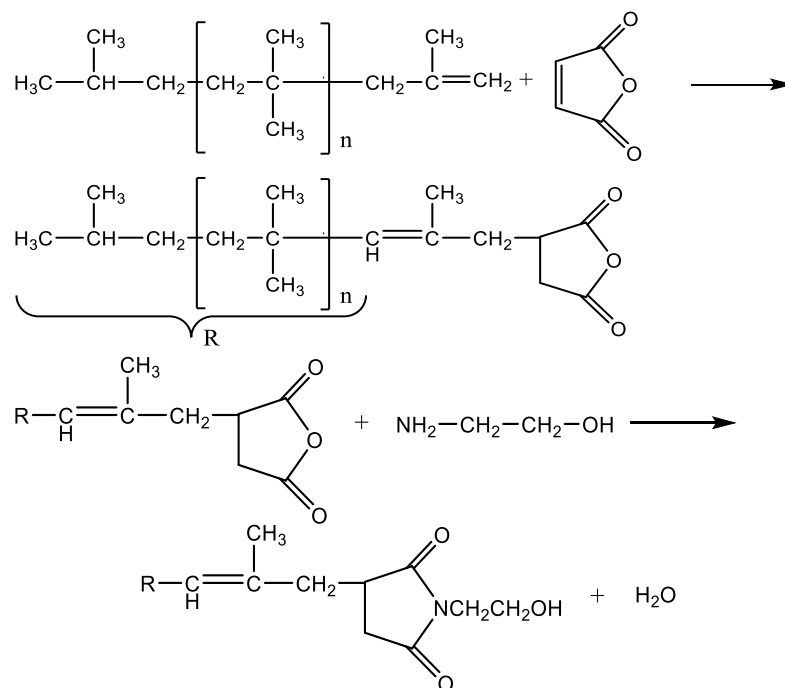


Рис. 1. Синтез полиэфира алкилантарной кислоты

Поскольку малеиновый ангидрид обладает высокой реакционной способностью, он в процессе синтеза может вступать в реакцию самополимеризации, что затем приводит к загрязнению основного продукта. На основании этого мы изучили возможность загрузки малеинового ангидрида порциями, что позволило избежать избытка этого активного вещества в реакционной смеси. В результате мы получили эмульгатор визуально значительно светлее, что свидетельствовало о меньшем осмолении, а размер глобул стал меньше, поскольку уменьшилось кислотное число. Однако эмульгирующая способность синтезированного вещества составила 170 пФ, что превышает допустимое значение 150 пФ.

Для удаления смолообразных примесей из реакционной смеси можно использовать адсорбенты. Мы осуществили синтез с добавлением активированного угля, но при изучении

полученного эмульгатора оказалось, что это не дало существенных изменений в конечном продукте.

Т.к. активность малеинового ангидрида значительно возрастает при повышении температуры, мы попытались провести эксперимент при пониженной температуре, а именно при 100°C, при этом отбирая каждые 30 мин по одной капле из реакционной смеси. В каплях было заметно присутствие кристаллизованного малеинового ангидрида, что свидетельствовало о том, что исходные реагенты не вступили в реакцию между собой на первой стадии синтеза, то есть не был преодолен энергетический барьер для данной реакции. По литературным данным оптимальный температурный интервал данной реакции 170-190°C, поэтому необходимо осуществить эксперимент при 170-180 °С.

Литература и источники

[1]- Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества. / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романов.- 3е изд., переработанное и дополненное - Москва «Недра», 1988. - 358 с.

[2]- Киселева-Логина Е.В. Кинетика взаимодействия полиизобутилена с малеиновым ангидридом в расплаве. / Е.В. Киселева-Логина, Е.В. Попов, Р. П. Савяк, С. А. Кондратов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2011. - № 2(6). - С. 4-8.

Научный руководитель – к.х.н., доцент Ткаченко Т.Б., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 544.65

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИНАРНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-ПЛАТИНА

Артемова С.Г.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

stetikart@mail.ru

Аннотация

В работе представлены результаты исследования возможности вольтамперометрического анализа бинарной системы железо-платина в хлоридных электролитах при использовании двухэлектродной ячейки с золото-углеродсодержащим индикаторным электродом и хлоридсеребряным электродом сравнения. Проведено изучение влияния условий регистрации вольтамперных кривых (времени и потенциала предварительного электролиза, скорости развертки, кислотности электролита, концентрации ионов $PtCl_6^{2-}$) на параметры пика окисления ионов железа (II). Выбраны оптимальные условия для обеспечения максимального отклика и получены линейные калибровочные зависимости «ток анодного пика – концентрация ионов железа», что свидетельствует о возможности применения метода инверсионной вольтамперометрии для решения указанной аналитической задачи.

Ключевые слова: бинарные системы, железо, платина, инверсионная вольтамперометрия.

В настоящее время большой интерес представляет наноструктурированные двухкомпонентные системы на основе металлов подгруппы железа и платины. Например, система Fe-Pt характеризуется превосходными магнитными и каталитическими свойствами. При синтезе биметаллических систем важной задачей является контроль содержания металлов в исходном растворе и в полученном продукте. Вольтамперометрический метод является подходящим для решения указанной задачи, кроме того, выполнение анализа не требует

привлечения сложного дорогостоящего оборудования и достаточно экспрессно. Целью работы является разработка методики вольтамперометрического определения железа в составе бинарной системы платина-железо.

В настоящем исследовании применялся вольтамперометрический анализатор ТА-4 с программным обеспечением VALabTx. В работе использовались следующие электролиты: 0,1 М KCl; 0,1 М KCl pH=1,65 и 0,5 М NaCl. Вольтамперометрические исследования проводились в двухэлектродной ячейке с хлоридсеребряным электродом сравнения и золото-углеродсодержащим индикаторным электродом.

Принцип определения заключается в проведении инверсионно-вольтамперометрического анализа раствора пробы после её предварительной подготовки. Электроактивной формой является железо в степени окисления (+3); электронакопление проводилось в форме Fe^{2+} ; аналитический сигнал получали в результате электрохимической реакции $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$. Первым этапом работы являлось электролитическое нанесение золотой пленки на поверхность углеродсодержащего электрода из раствора золотохлористоводородной кислоты по стандартной методике, предложенной НПП «Техноаналит» г. Томск.

Из предварительно подготовленного раствора Fe^{3+} электролитически восстанавливалось на золото-углеродсодержащем электроде в течение заданного времени (10-60 с) при $E = -1,0$ В. Процесс окисления Fe^{2+} проводился при линейном изменении потенциала в положительную область до + 0,6 В. Пик железа зарегистрирован при потенциале (+0,45 В $\pm$ 0,05 В) во всех исследованных электролитах.

Вторым этапом работы являлось изучение влияния условий вольтамперометрических измерений на параметры пика окисления ионов железа в различных условиях. Экспериментально установлены следующие закономерности:

1. Увеличение концентрации ионов железа приводит к линейному увеличению тока пика, соответствующие зависимости представлены на рис. 1 для электролита 0,5 М NaCl, аналогичные закономерности обнаружены для всех указанных выше растворов, причем наклоны калибровочных графиков сопоставимы. Отмечено влияние времени жизни золотой пленки на чувствительность определения ионов железа (рис.1), однако линейность зависимостей не нарушается, следовательно, на точность анализа этот фактор не повлияет.

2. На величину анодного пика влияет время накопления, так как в этих условиях в приэлектродном пространстве накапливаются ионы Fe^{2+} .

3. Изменение потенциала электролиза не приводит к значимым изменениям аналитического сигнала для ионов железа.

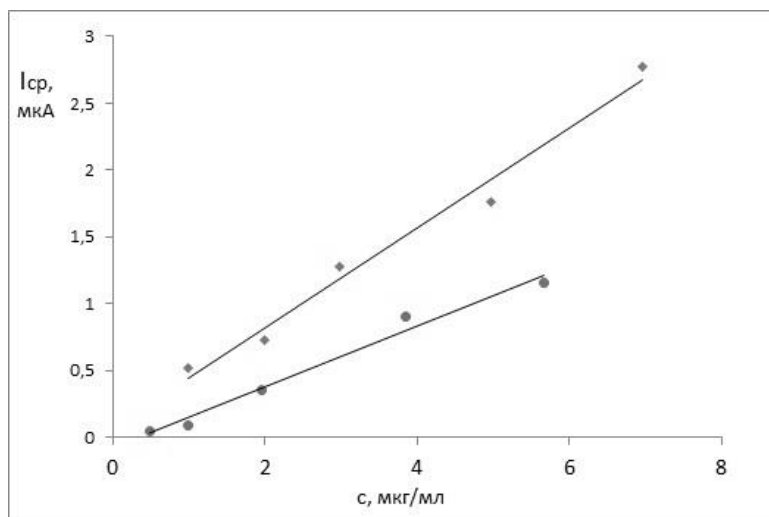


Рис.1.Зависимости тока пика железа от концентрации ионов железа, полученные в 0,5 М растворе NaCl с использованием золото-углеродсодержащего электрода при разных временах жизни золотой пленки

4. Ток пика окисления слабо зависит от длительности предварительного накопления и его потенциала, но при отсутствии стадии накопления сигнал не регистрируется. Влияние времени электролиза на параметры пика окисления можно считать незначительным;

5. Увеличение кислотности электролита (от 4,3 до 1,7 ед. pH) приводит к уменьшению тока пика на 15 %.

6. Уменьшение скорости развёртки потенциала выражается в снижении тока окисления ионов железа, что соответствует теоретическим представлениям;

Изучено влияние добавок ионов $PtCl_6^{2-}$ на параметры пиков окисления ионов железа, установлено, что присутствие электролитической платины на поверхности электрода не оказывает отрицательного влияния на параметры окисления тока пика железа. Следовательно, можно проводить определение железа в предлагаемых условиях в присутствии платины.

Таким образом, проведенные эксперименты позволяют рекомендовать вольтамперометрический метод для проведения анализа бинарной системы железо-платина. Получены линейные калибровочные зависимости тока пика окисления от концентрации ионов Fe(III) в диапазоне содержаний от 0,5 мкг/мл до 6 мкг/мл в электролитах: 0,1 М KCl; 0,1 М KCl pH 1,65 и 0,5 М NaCl.

Научный руководитель – доцент Иванова Н.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 535.243

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ Al_2O_3 С ПРИМЕСЬЮ ХРОМА

Бакашев Т.Р., Храмченко Д.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

dellons73@mail.ru; danil.hram@yandex.ru

Аннотация

В данной работе были изучены спектры поглощения и люминесценции монокристаллов Al_2O_3 с разным содержанием примеси Cr. Определены основные полосы поглощения их полуширины. Установлено, что управляя соотношением примесей и дефектов в α - Al_2O_3 можно сделать его как хорошим материалом для создания лазерного перехода, так и хорошим ТЛ детектором (запасание энергии на глубоких ловушках, перезарядка анионных вакансий во время нагрева (ТЛ) или подсветки (OSL) приводящая к люминесценции). По данным исследования сделаны выводы о принадлежности основных полос поглощения и люминесценции, определенным типам переходов.

Введение

В качестве объектов были исследованы образцы монокристаллического α - Al_2O_3 , условно чистого и с примесями. Материалы на основе оксидов алюминия относятся к наиболее радиационно стойким материалам, имеют ширину запрещенной зоны 9,5 эВ. Основным механизмом создания стабильных радиационных дефектов является ударный механизм. Кристаллическая структура Al_2O_3 определяется большим различием ионных радиусов анионов (1,2 Å) и катионов (0,67 Å) [1]. Тип химической связи в α - Al_2O_3 преимущественно ионный, но не чисто ионный, т.к. доля ковалентной связи достаточно велика - 20%. Важнейшая характеристика рубина – высокая твердость, по твердости только уступает алмазу. На основе этих материалов в настоящее время изготавливаются эффективные высокочувствительные детекторы ионизирующего воздействия, основанные на регистрации термолюминесцентного сигнала. Легированный Cr α - Al_2O_3 нашел применение в качестве активной среды, излучающей свет, в первом лазере, созданном в 1960 году. Лазеры на синтетических рубинах продолжают выпускаться и использоваться в настоящее время [2]. Примесь хрома обуславливает ярко красный цвет рубина, поэтому он используется в качестве драгоценных камней в ювелирной промышленности, обладая оптической анизотропией. Бесцветные кристаллы ювелирного качества носят название лейкосапфир их легированная разновидность синей окраски сапфиры. В настоящее время большинство применяемых в ювелирном деле и в качестве активных сред монокристаллов синтезируют (выращивают искусственным путем).

Аппаратура

Исследования спектральных характеристик проводились на спектрофотометре Shimadzu UV-1700. Оптическая плотность A измеряется в диапазоне 0-4, с точностью 0,001. Длина волны может меняться в диапазоне от 190 до 1100 нм.

Исследования люминесценции проводились на спектрофлуориметр «ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА». Рабочий диапазон анализатора 210-840 нм. Для выделения необходимого спектрального диапазона в анализаторе «Панорама» применяется два монохроматора (на возбуждение люминесценции и на регистрацию люминесценции).

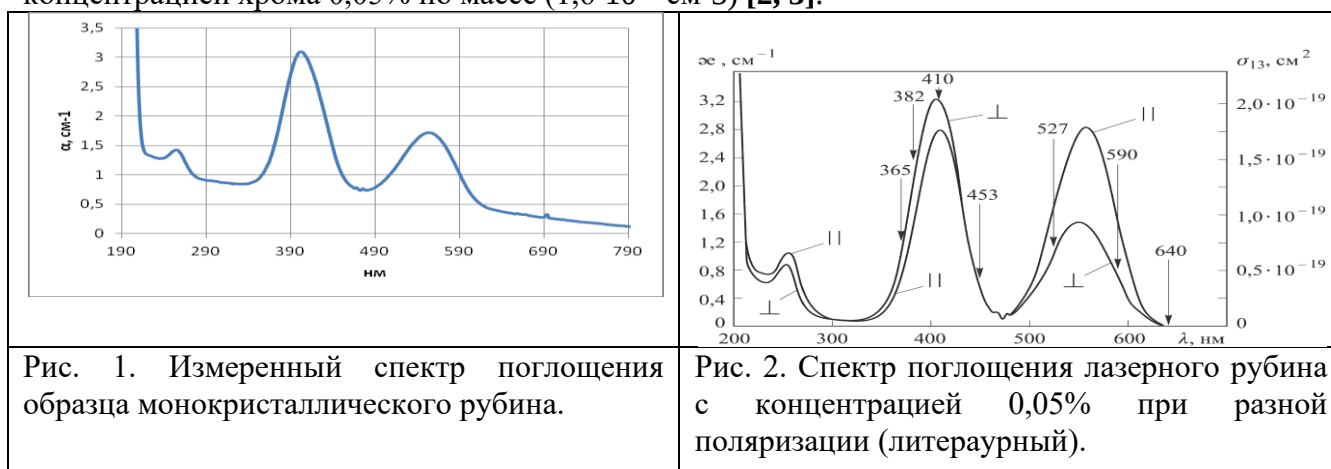
Образцы исследования

1. Лазерный рубин ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, легированный хромом). По данным источника поставки кристаллов, концентрация 0,05% $1,6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$;
2. Рубин с большей концентрацией хрома
3. $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ с примесью Mg.
4. Номинально чистый $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

Результаты

Примеси, создающие широкие интенсивные полосы поглощения в видимой области, приводят к изменению видимой окраски кристалла. Так, чистый кристалл лейкосапфира Al_2O_3 не имеет полос поглощения в видимой области спектра и прозрачен, введение в него примеси Cr^{3+} приводит к поглощению излучения и кристалл приобретает красный цвет (рубин).

Если электронные переходы происходят в хорошо экранированных внутренних оболочках примесных атомов (например, в атомах переходных и редкоземельных элементов), то ширины полос оказываются малыми. На рис. 1 приведен измеренный спектр поглощения монокристалла рубина. На рис. 2 спектр поглощения лазерного рубина с оптимальной концентрацией хрома 0,05% по массе ($1,6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$) [2, 3].



В спектре наблюдается ряд полос поглощения. Две интенсивные широкие полосы поглощения 405 и 555 нм (полосы U и Y , соответственно), обусловлены разрешенными по спине электронными переходами в ионах Cr^{3+} . Полоса поглощения при 260 нм соответствует F^+ -центрам (вакансия кислорода с одним локализованным электроном в решетке корунда $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$). На полосу поглощения F^+ -центров с коротковолновой стороны накладывается также полоса поглощения F центров и возможно примесных центра Fe^{3+} . Узкая слабая полоса 693 нм обусловлена запрещенным переходом в $\text{Cr}^{2+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$. На рис. 3. Приведены спектры поглощения кристаллов с разными концентрациями Cr, а также кристалла $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Mg}$ и детектора ТЛД-500.

В анион дефектном $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (ТЛД-500) наблюдаются полосы, приписываемые F центрам (~ 204 нм, сильная) и F^+ центрам (260 нм, слабая) [4]. Полоса в области 260 нм наблюдается и в рубине. В области 200 нм наблюдается полоса поглощения, связанная с примесью Mg.

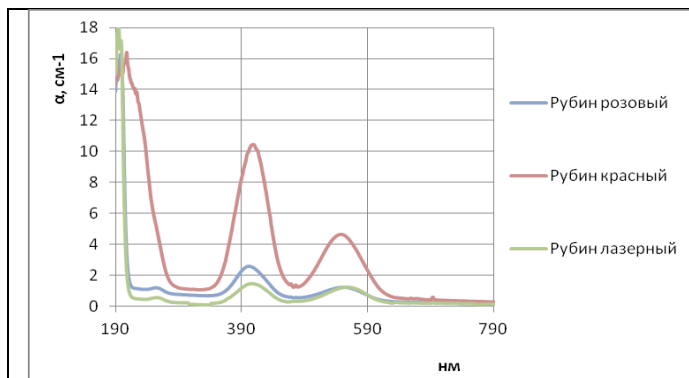


Рис. 3а. Измеренные спектры поглощения образцов α - Al_2O_3 с разными концентрациями Cr.

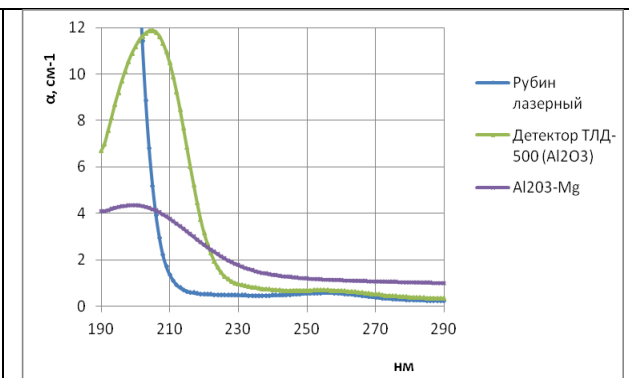


Рис. 3б. УФ область спектров поглощения образцов α - Al_2O_3 с Cr, α - Al_2O_3 с Mg и анион дефектного α - Al_2O_3 (ТЛД-500).

На рис. 4 приведены измеренные спектры возбуждения люминесценции, люминесценции и поглощения для α - Al_2O_3 с разными концентрациями Cr, А на рис 5 оптические спектры реального детектора ТЛД-500.

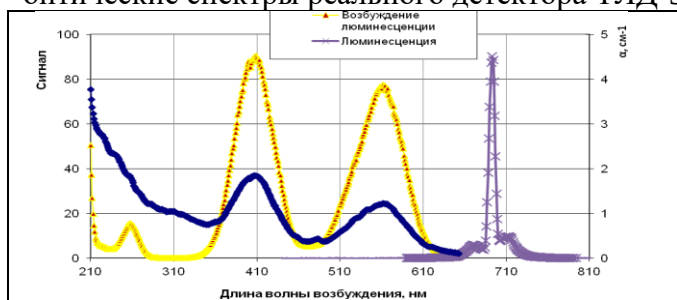


Рис. 4а. Измеренные спектры поглощения возбуждения люминесценции и люминесценции образца α - Al_2O_3 — Cr, лазерный рубин, $C \sim 0,05\%$. Задержка строба 0,05 мс длительность 1 мс.

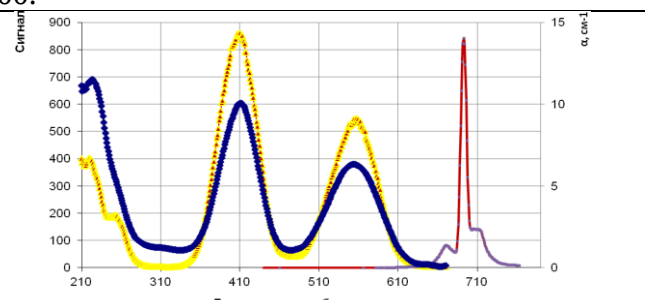
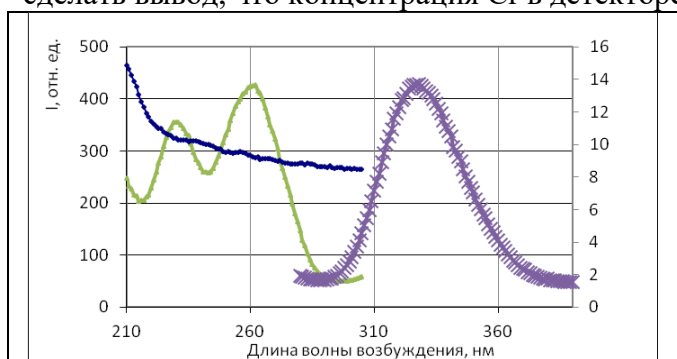
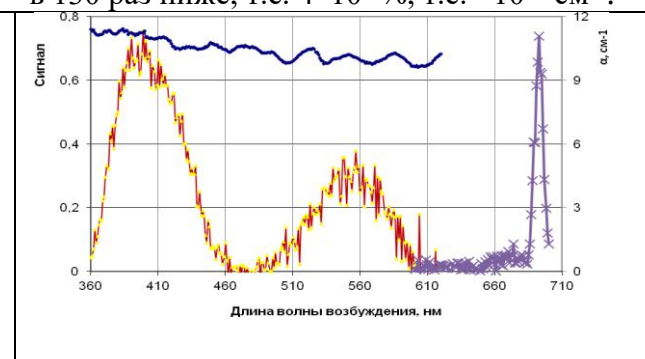


Рис. 4б. Измеренные спектры поглощения возбуждения люминесценции и люминесценции образца α - Al_2O_3 — Cr с большой концентрацией. Задержка строба 0,05 мс длительность 1 мс.

Сравнение рис. 4 и 5б демонстрирует, что в детекторе ТЛД-500 присутствует примесь Cr. Детектор обладает сильной быстрой люминесценцией (рис.5а) обусловленной F^+ центрами [4]. На основании сопоставления спектра поглощения лазерного рубина и ТЛД-500 можно сделать вывод, что концентрация Cr в детекторе $\sim$ в 130 раз ниже, т.е. $4 \cdot 10^{-40}\%$, т.е. $\sim 10^{17} \text{ см}^{-3}$.



5а. Измеренные спектры поглощения возбуждения люминесценции и люминесценции ТЛД-500. Задержка строба 0,7 мкс длительность 5,7 мкс. Быстрая люминесценция.



5б. Измеренные спектры поглощения возбуждения люминесценции и люминесценции ТЛД-500. Задержка строба 50 мкс длительность 1000 мкс. Люминесценция Cr.

Поглощение 410 и 560 нм можно использовать для накачки (инверсного заселения метастабильного уровня). При достижении инверсной заселенности метастабильного уровня

система под действием подсветки способна генерировать мощное монохроматическое излучение с длиной волны ~693 нм.

Список литературы

1. <https://catalogmineralov.ru/mineral/rubin.html>
2. Горелик, В.С. Исследование люминесценции кристалла рубина при возбуждении линиями видимого, ультрафиолетового спектров излучения // Вестник МГТУ им Н.Э.Бауана. Сер. «Естественные науки». 2014. №5 с.32-38.
3. Люминесценция и релаксационные процессы в диэлектриках В.А. Пустоваров
4. Кортон, В.С. Особенности кинетики термостимулированной люминесценции кристаллов $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ с дефектами / В.С. Кортон, И.И. Мильман, С.В. Никифоров // Физика твердого тела. - 1997. - т. 39. - №9. - с. 1538 – 1543.

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н. Л.

УДК 535.243

ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ДЕТЕКТОРОВ (ТЛД-К и ТЛД-500) И ПРИРОДНОЙ СОЛИ ПРИ БОЛЬШИХ ДОЗАХ ОБЛУЧЕНИЯ

Бакашев Т.Р., Храмченко Д.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

dellons73@mail.ru, danil.hram@yandex.ru

Аннотация

В работе в одинаковых условиях измерены ТЛ сигналы для ТЛ детекторов и природной гималайской соли (NaCl). Сделаны выводы о чувствительности измеренных материалов к воздействию ИИ. Оценены энергии активации ловушек, ответственных за ТЛ пики в детекторах и природной соли. Оценено время сохранения информации при выдержке облученных объектов при комнатной температуре.

Введение

Под термостимулированной люминесценцией (ТСЛ) понимают процесс, при котором аккумулированная в кристалле энергия внешнего ионизирующего излучения преобразуется в энергию квантов света (фотонов) под действием теплового возбуждения, то есть нагрева кристалла. Физический принцип работы термолюминесцентного (ТЛ) детектора требует, чтобы в процессе облучения материала детектора энергия возбуждающего излучения была достаточна для образования в кристалле электронно-дырочных пар, то есть создания зонных электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне (рис. 1) [1].

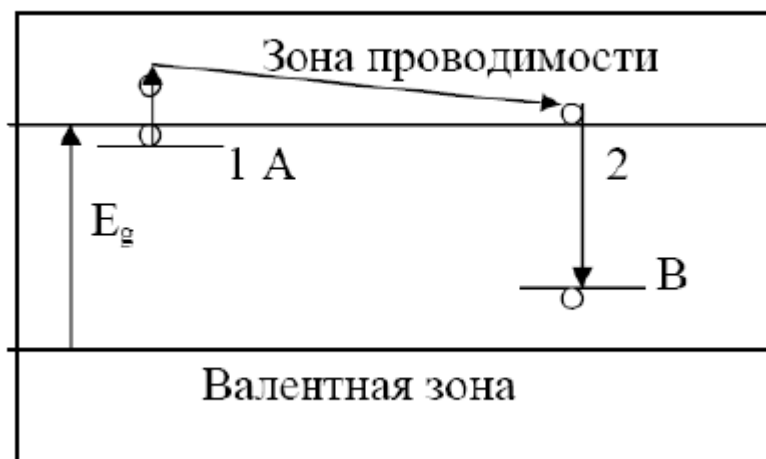


Рис. 10. Зонная схема диэлектрического кристалла с дефектами иллюстрирующая механизм формирования ТСЛ

Аппаратура

Исследования проводились на термолюминесцентном дозиметрическом комплексе ДТУ-01М. Комплекс ДТУ-01М предназначен для регистрации индивидуального эквивалента дозы при помощи ТЛ детекторов. Комплекс обеспечивает проведение считывания информации при индивидуальном дозиметрическом контроле персонала и отдельных лиц при помощи измерения ТЛ сигнала детекторов излучения. Его можно применять при оценке доз на стадиях хранения, переработки и транспортировки радиоактивных веществ, при работе ядерных реакторов, рентгеновских аппаратов, лучевой терапии и других случаях использования источников ионизирующих излучений, а также доз населения, проживающего на зараженных территориях.

Система ДТУ-01М состоит из:

- Пульта управления
- Блока термовысвечивания (БТВ)
- Блока повторной термообработки
- Термолюминесцентных детекторов разных типов.

Детекторов разных типов (термолюминофоры на основе LiF и Al_2O_3 , SiO_2 и др.) за время экспозиции в процессе ношения накапливают энергию, пропорциональную дозе излучения. При нагреве детектора на специальном нагревательном элементе в БТВ накопленная энергия преобразуется в световой поток, регистрируемый при помощи ФЭУ, пропорциональный дозе излучения. Нагрев детекторов осуществляется в линейном режиме с фиксированной скоростью. Для каждого типа детекторов при определенных режимах регистрации ТЛ (скорость нагрева, температурный диапазон, подложка, навеска и т.д.) проводится градуировка прибора и вычисляется градуировочный коэффициент связывающий зарегистрированную интенсивность свечения в максимуме полосы ТЛ с дозой.

Облучение детекторов большой дозой проводилось гамма излучением радиоактивного изотопа кобальта-60 на установке РХМ-γ-20. Доза облучения 1 кГр и 2,5 кГр. Природная гималайская соль не подвергалась лабораторному облучению [2].

Результаты

Используемый нами модифицированный прибор для ТЛ-анализа ДТУ-01М обладает высокой чувствительностью к слабым световым потокам, обеспечивает регистрацию сигнала с расширением температурного интервала исследования ТЛ до 450 °С, и изменение скорости нагрева от 2 до 8 °С/сек. Для измерения детекторов, облученных такими большими дозами стандартные настройки не годятся, вследствие очень сильного сигнала, поэтому измерения проводились в режиме настроек для изучения ТЛ природных объектов. Чувствительность для детектора ТЛД-К в режиме такой настройки ниже в 50 раз по сравнению со стандартной.

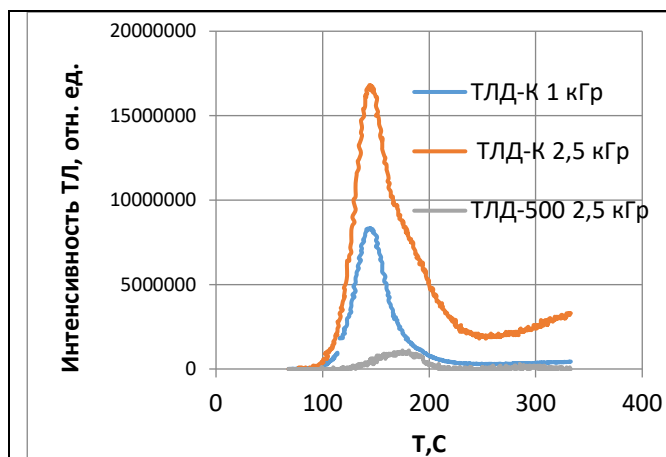


Рис.1а. ТЛ сигналы облученных детекторов

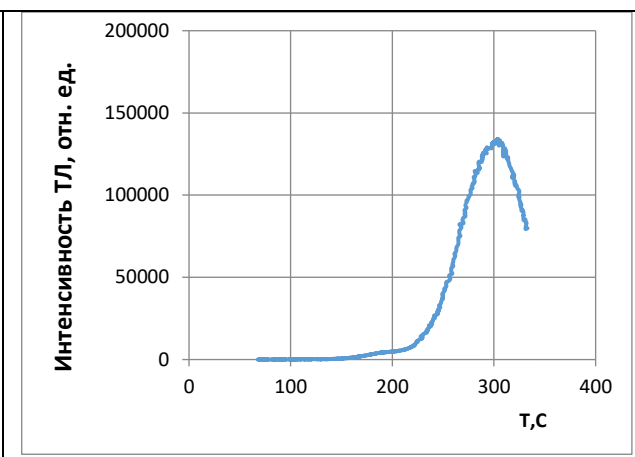


Рис.1б. ТЛ сигналы природной соли

При этом же режиме регистрации были проведены измерения исходной (облученной в природных условиях) гималайской соли. Несмотря на то, что чувствительность ТЛД-500 превосходит ТЛД-К почти в 50 раз при регистрации малых доз насыщение достигается уже при дозах порядка 1 Гр сигнал выше не растет, а даже падает. При дозе 2,5 кГр термолуминесценция ТЛД-К, которая уже тоже входит в стадию насыщения, почти на порядок выше, чем ТЛД-500. Интенсивность ТЛ детекторов в насыщении превосходит ТЛ соли не менее чем на 2 порядка. Природные дозы облучения соли при возрасте ее $\sim 10^6$ лет вероятно должны быть близки к тем, которыми облучены детекторы, значит чувствительность соли не менее, чем на 2 порядка меньше чувствительности ТЛД-К.

Гималайская соль собирается вручную без использования техники и взрывных работ в соляных пещерах, образовавшихся миллионы лет назад из отложений океанской соли. После ручной сортировки, соль измельчают и промывают вручную, а затем высушивают на солнце. Таким образом ТЛ соли должен сохранять информацию о природном облучении с момента ее захоронения в толщу отложений.

Обсуждение и выводы

Оценим глубину наблюдаемых в образцах ловушек, ответственных за ТЛ пики и сохранность этих ловушек при КТ [4].

Для быстрой предварительной оценки глубины ловушки, соответствующей данному пику ТСЛ, удобно пользоваться выражением, где температура в градусах Кельвина:

$$E = \frac{T_m}{400} \quad (1)$$

Глубины ловушек для детекторов составляют: $E = 1,1325$ эВ (для ТЛД-500 при 2,5 кГр), $E = 1,052$ эВ (для ТЛД-К при 1 кГр), $E = 1,045$ эВ (для ТЛД-К при 2,5 кГр)

Глубина ловушек для кристалла природной соли составляет: $E = 1,43$ эВ.

Время жизни электронов (или дырок) на ловушках определяется выражением (2):

$$\frac{1}{\tau} = S_0 e^{-E/kT} \quad (2)$$

где τ - время жизни, S_0 - предэкспоненциальный множитель, обычно $10^{11} - 10^{12} \text{ с}^{-1}$, E - энергия активации (глубина ловушки), k - постоянная Больцмана, T - температура в К [3].

Таким образом, для гималайской соли при наблюдаемом пике ТЛ (глубина ловушки 1,43 эВ) и температуре среды порядка КТ время жизни составляет ~ 2 млн лет. Для детектора ТЛД-к время жизни ловушек при температуре 165°C получается ~ 4 года, а для детектора ТЛД-500 при температуре 180°C ~ 8 лет.

Следовательно, возраст гималайской соли не должен превышать 2 млн. лет, тогда доза облучения, с учетом естественного фона $\sim 0,4$ сГр/год порядка 8 кГр, т.е. в 4 раза большей, чем максимальная доза облученных детекторов, а чувствительность соли к ионизирующему излучению примерно в 500 раз ниже, чем у детектора ТЛД-К.

Список литературы

1. Исследование люминесценции кристалла рубина при возбуждении линиями видимого, ультрафиолетового спектров излучения В.С.Горелик.
2. <https://catalogmineralov.ru/mineral/rubin.html>
3. Люминесценция и релаксационные процессы в диэлектриках В.А. Пустоваров
4. Антонов-Романовский, В.В. Кинетика фотолюминесценции кристаллофоров. - М.: Наука, 1966. - 323 с

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н. Л.

УДК 535.243

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЛЕГИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ LiF

Даценко Е.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

doronina199713@mail.ru

Аннотация

В работе изучены спектры поглощения и люминесценции кристаллов условно чистого LiF, LiF легированного примесями U и Cu и термолюминесцентного детектора ТЛД-100 на основе LiF. Фторид лития представляет интерес из-за его свойств и широкого применения. Он обладает очень высокой прозрачностью от ультрафиолетовой до инфракрасной области, поэтому используется в ультрафиолетовой и инфракрасной оптике. Кроме того, он используется как в качестве термолюминесцентного детектора в дозиметрии, так и для изготовления рентгеновских монохроматоров и высокоэффективных лазеров. Лазер на F_2^- центрах в LiF даёт инфракрасное излучение с длиной волны 1120 нм [1]. Также, легированный LiF проявляет сцинтилляционные свойства, например, известны составы для регистрации нейтрино на основе примесного фторида лития [2,3]. Исследования спектральных характеристик проводились на спектрофотометре Shimadzu UV-1700. Регистрация люминесценции проводилась на спектрофлуориметре “ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА”. Представлены результаты в виде спектров поглощения, возбуждения и люминесценции монокристаллов на основе LiF. Определены основные полосы поглощения и люминесценции и их полуширины. Проведено сопоставление полученных результатов с известными литературными данными, представленное в виде таблицы. Сделаны выводы о принадлежности основных полос поглощения определенным типам переходов,

Аппаратура и методика измерения

Исследования спектральных характеристик проводились на современном двулучевом спектрофотометре Shimadzu UV-1700. Спектральный диапазон от 190 до 1100 нм. В режим измерения оптической плотности диапазон измерений от 0,001 до 4. Спектры оптического поглощения проб в работе регистрировались при спектральной ширине щели – 1 нм и со скоростью сканирования – 210 нм/мин. Из-за небольших размеров кристаллов пучок диафрагмировался, после чего проводилась настройка нулевой линии. Кристалл толщиной 1,06 мм строго вертикально и перпендикулярно ходу лучей крепился на диафрагму и устанавливался в окно измерений. Результаты измеренной оптической плотности были пересчитаны на толщину 1 см, таким образом, на рисунках представлены десятичные коэффициенты поглощения в см^{-1} .

Для регистрации люминесценции применялся спектрофлуориметр “ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА”. Источником света анализатора является ксеноновая лампа высокого давления, которая обеспечивает возбуждение в режиме коротких (1 μs) импульсов. Рабочий диапазон длин волн анализатора 210-860 нм. Для проведения измерений подбирался определенный измерительный строб и время задержки. Измерительный строб мог выбираться в диапазоне от 1 до 1000 μs , а время задержки от 1 до 6000 μs относительно переднего фронта синхроимпульса, запускающего работу лампы. В связи с тем, что возбуждение осуществлялось в область существенного поглощения, проводилась поправка на поглощение. Измерения выполнялись при комнатной температуре.

Результаты

На рис. 1 приведены спектры поглощения измеренных кристаллов.

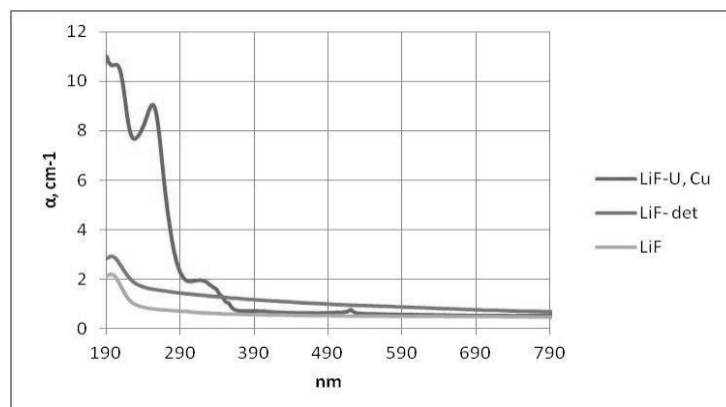


Рисунок 1. Спектры поглощения условно чистого LiF, LiF легированного U и Cu и дозиметрической таблетки LiF

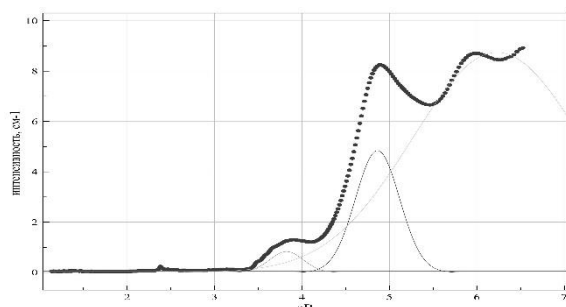


Рисунок 2. Полосы поглощения легированного LiF

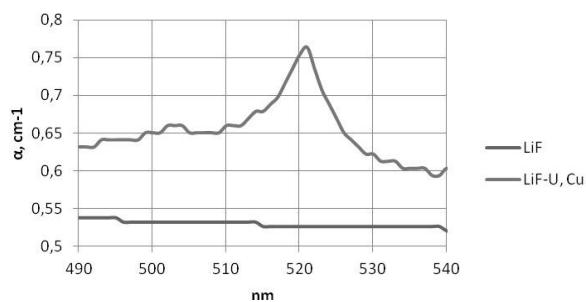
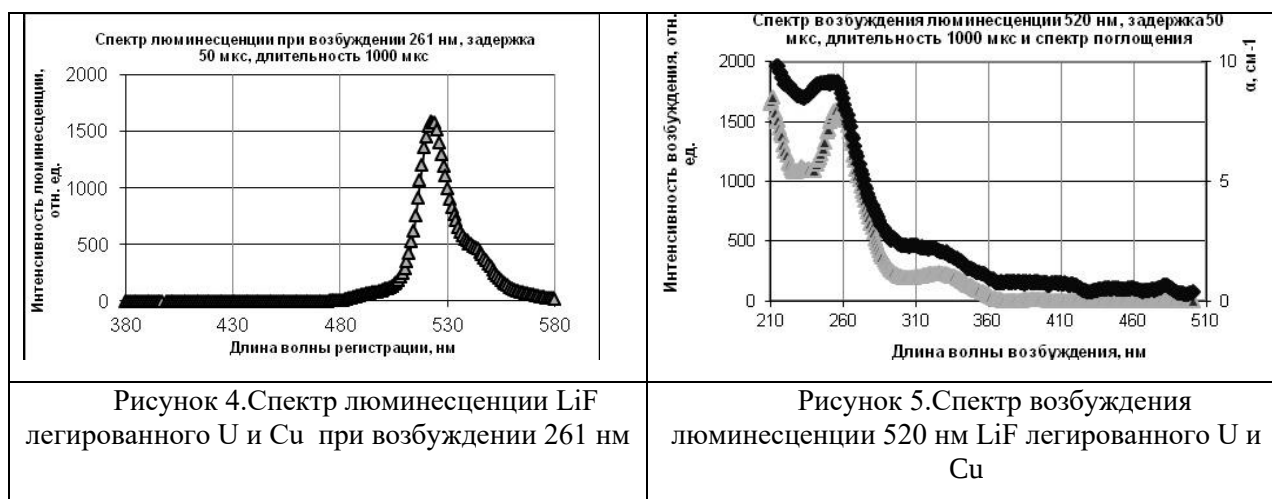


Рисунок 3. Стационарное поглощение с максимумом 521 нм в LiF, легированном U и Cu

Спектр поглощения дозиметрического фторида лития - LiF (Mg, Ti) диффузный (сильное рассеяние) на фоне которого примесные полосы поглощения не выявляются. В спектре поглощения легированного медью и ураном LiF появляется ряд полос поглощения. Поглощение с максимумом 199 нм наблюдается во всех кристаллах и является собственным для фторида лития (примесь Mg). Для наглядности и оценки полуширин полос на рис. 2 приведен спектр поглощения разделенный на гауссианы при использовании программы MagicPlot Student.

Поглощение с максимумом 255 нм может быть обусловлена медь-кислородными центрами, появляется только после активации фторида лития медью, поглощение с максимумом 320 нм также объясняется появлением Cu^+ -центров. Узкие линии поглощения ионов урана расположены в области 510-530 нм (LiF-U). Для LiF-U, при добавлении примесей меди и титана, положение узких линий поглощения, обусловленных примесью урана, не изменяется, но полосы поглощения усиливаются. Природу полосы 521 нм в некоторых источниках связывают с центрами окраски F_3^+ -типа [5].

В люминесценции кристалла LiF-U, Cu при возбуждении в область поглощения (рис. 4 и 5) наблюдается только мощная люминесценция с максимумом 521 нм. Выход этой люминесценции на уровне выхода люминесценции сцинтилляционных материалов.



Задержанный спектр возбуждения этой люминесценции и спектр поглощения практически идентичны и приведены на рис. 5. Эта люминесценция наблюдается и во время действия импульса возбуждения, но с интенсивностью, по крайней мере, на порядок меньше. Процесс связан с передачей энергии от Cu центров к U^{6+} , т.е. в спектрах свечения кристаллов LiF-U, Me проявляется сложный комплекс, где Me замещает ион Li в ближайшей координационной сфере, а ядром комплекса является ион урана. Из-за их пространственной близости энергия может передаваться обменно-резонансным путем. Наблюдаемый процесс передачи энергии люминесцирующему центру длительностью десятков микросекунд (накачка центра) может быть использован для создания когерентного лазерного излучения.

Люминесценции дозиметрического кристалла LiF носит сложный характер из-за обилия примесных центров, присутствующих в кристалле. Длительных компонентов люминесценции не выявляется, а люминесценция во время действия микросекундного импульса возбуждения на порядок слабее люминесценции кристалла LiF-U.

В таблице 1 приведена сводная информация по полосам поглощения с указанием полуширины.

Табл. 1. Полосы поглощения и люминесценции LiF-U, Cu

Полоса поглощения, нм	Полоса люминесценции, нм	Полоса поглощения, эВ	Полуширина полосы, эВ	Интерпретация возникновения полосы
521	521	2.38	0.037	Узкие линии резонансного поглощения и люминесценции урана
320		3.88	0.6	Cu ⁺ -центры, обусловленные активацией фторида лития медью
255		4.86	0.7	
199		6,23	0.4	Собственное поглощение фторида лития

Выводы

Определены основные характеристики полос поглощения и люминесценции и, на основании сопоставления измеренного спектра с литературными данными об известных электронных переходах в данном кристалле [4,5], предложена интерпретация электронных переходов, ответственных за появление полос.

Литература и источники

1. Lindner, F.; Stähle, H.-J. (1990): Ceramic Canisters for Lithium Fluoride Thermal Storage Integrated with Solar Dynamic Space Power Systems. In: Proc. 41st Congress of the IAF (1990)., 41st Congress of the IAF, 6-12 October 1990, Dresden.
2. М.М.Кидибаев / Радиационно-стимулированные процессы в кристаллах (Li,Na)F-U,Me / Каракол - Екатеринбург, 1999, 220 с., разделы 5,8 и 5,8, стр.187-189
3. Л.В.Викторов, В.М.Скориков, В.М.Жуков, Б.В.Шульгин. Неорганические материалы. - 1991, - т.27, - №10, - с.2005-2029.
4. Patil R.R., Moharil S.V. // J. Phys. Condense. Matter.1995.V. 7 P. 9925
5. Radzhabov E. // Phys. Status. Solidi.(B). 1983 V. 115.1 P. P. K25.

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н. Л.

УДК 544.032.65

ЛАЗЕРНОЕ ИНИЦИИРОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИЙ НАНОЧАСТИЦЫ «ЯДРО-ОБОЛОЧКА»

Галкина Е. В., Галкина В. В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kriger@kemsu.ru

Добавки наночастиц алюминия позволяют более чем в сто раз снизить критическую плотность энергии лазерного инициирования пентаэритрита тетранитрата (PETN). Очередным этапом развития теории лазерного инициирования составов на основе энергетических материалов является учет оксидной оболочки наночастиц металлов. Целью работы является формулировка модели инициирования взрывного разложения композитов PETN – наночастицы со структурой «ядро-оболочка» импульсом лазера, разработка пакета прикладных программ для расчетов критической плотности энергии и кинетических закономерностей процесса эволюции рассматриваемой системы в поле лазерного излучения.

Актуальность работы определяется необходимостью уменьшения вероятности возникновения техногенных катастроф при проведении вскрышных работ путем использования оптических детонаторов на основе вторичных взрывчатых веществ.

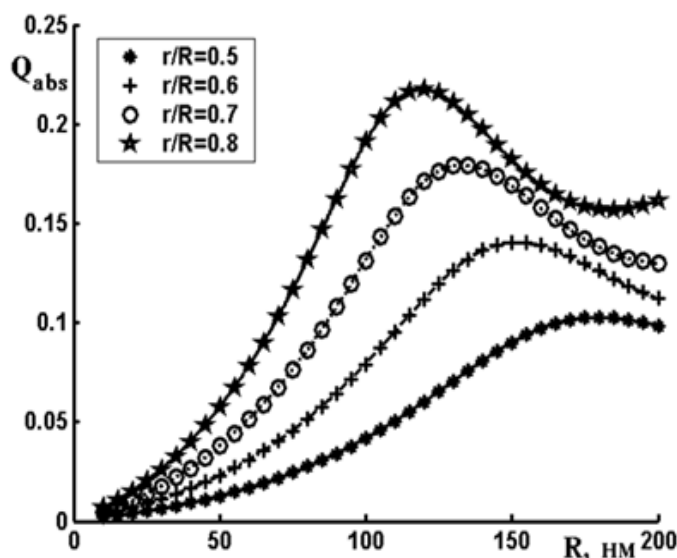


Рис. 1 Зависимости коэффициента эффективности поглощения наночастиц алюминия с различными соотношениями радиусов металлического ядра и всей частицы от радиусов наночастицы.

В работах нашей лаборатории [1,2] предложено в качестве капсуля оптического детонатора использовать PETN, сенсibilизированный светопоглощающими наночастицами алюминия, никеля, кобальта, меди, серебра, железа и других металлов. В частности, наночастицы меди в матрице PETN на длине волны второй гармоники неодимового лазера поглощают свет с максимальным значением фактора поглощения (Q_{abs}) около 3.5, что значительно выше, чем для наночастиц большинства металлов [1]. Больше значение фактора эффективности поглощения только у наночастиц золота (около 5). Наночастицы алюминия в этом ряду имеют весьма скромное значение Q_{abs} , равное 0.3 на основной и 0.7 на второй гармониках неодимового лазера. Однако сенсibilизация наночастицами относительно легких металлов, с меньшими объемными теплоемкостями имеет существенные теплофизические преимущества, что сказывается на рекордной чувствительности композита PETN-Al [2]. Однако существование и практическое использование не окисленных наночастиц алюминия весьма проблематично: на воздухе они практически мгновенно покрываются прозрачной оболочкой оксида алюминия.

В дальнейшем, оксидная оболочка данных частиц выступает как защитный барьер, противодействующий окислению металлического ядра, но приводит к изменению оптических свойств наночастиц и ухудшению условий нагревания композита.

В рамках теорий Адена-Керкера и Ми для сферической наночастицы [3] рассчитаны зависимости факторов эффективности поглощения и рассеяния наночастиц алюминия с

оксидной оболочкой от их радиуса в спектральном диапазоне от 500 нм до 1100 нм при различных показателях преломления среды. На рисунке 1 показаны рассчитанные зависимости коэффициента эффективности поглощения наночастиц алюминия с различными соотношениями радиусов металлического ядра (r) и всей частицы (R) от R на длине волны основной гармонике неодимового лазера. Приведены 4 зависимости при соотношениях r/R равных 0.5 («*»), 0.6 («+»), 0.7 («o») и 0.7 (звездочка), достаточно подобные друг другу. Вначале Q_{abs} возрастает, достигая широкого максимума, потом медленно уменьшается. Существенно, что координаты максимума изменяются при увеличении толщины оксидной оболочки: при соотношениях $r/R = 0.5$ радиус наночастицы с максимальным значением Q_{abs} значительно больше, чем при других использованных соотношениях, в тоже время значение максимального Q_{abs} – меньше. Зависимость максимального значения Q_{abs} от соотношения r/R практически линейно возрастает от 0.11 при $r/R = 0.5$ до 0.27 при $r=R$. В тоже время геометрические параметры, характеризующие максимальное значение Q_{abs} , по разному зависят от соотношения r/R . Таких параметров, очевидно, два: радиус ядра наночастицы, соответствующей максимальному значению Q_{abs} , возрастает в интервале r/R от 0.5 до 1, а радиус наночастицы – быстро убывает.

Сформулирована модель инициирования взрывного разложения энергетических материалов, содержащих наночастицы со структурой «ядро-оболочка», лазерным наносекундным импульсом, учитывающая поглощение энергии лазерного импульса наночастицей, сопровождающееся нагреванием энергетического материала за счет теплопроводности и химического разложения лабильной матрицы с зависимостью скорости реакции по уравнению Аррениуса. Для апробирования модели рассчитаны кинетические зависимости инициирования взрывного разложения композитов PETN – наночастицы алюминия со структурой «ядро-оболочка» радиуса 100 нм основной гармоникой неодимового лазера длительностью на полувысоте 14 нс при варьировании толщины оболочки (или радиуса ядра) и плотности энергии импульса. Показано, что возрастание критической плотности энергии инициирования при увеличении толщины оксидной оболочки связано с возрастанием необходимой для ее разогрева энергии и уменьшением сечения поглощения ядра.

Литература и источники

1. Каленский, А. В. Оптические свойства композитов на основе прозрачной матрицы и наночастиц меди / А. В. Каленский, А. А. Звеков, А. П. Никитин, Н. В. Газенаур // Известия высших учебных заведений. Физика. 2016. Т. 59. № 2. С. 87-94.
2. Каленский, А. В. Критические условия инициирования реакции в тэне при лазерном нагреве светопоглощающих наночастиц / А. В. Каленский, Н. В. Газенаур, А. А. Звеков, А. П. Никитин // Физика горения и взрыва. 2017. Т. 53. № 2. С. 107-117.
3. Каленский, А. В. Моделирование спектральных характеристик композитов прозрачная матрица-наночастицы со структурой ядро-оболочка/ А. В. Каленский, А. А. Звеков, Е. В. Галкина, Д. Р. Нурмухаметов // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42. – № 2. – С. 254-262.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Каленский А.В., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

**МИКРООЧАГОВАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, СЕНСИБИЛИЗИРОВАННЫХ
НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ МЕДИ**

Галкина В. В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kriger@kemsu.ru

Медь в массивном состоянии практически не проявляет химическую активность, но в наноразмерном состоянии активно окисляется вплоть до зажигания при комнатной температуры и проявляет каталитические свойства низкотемпературного окисления углеводородов. Наночастицы ряда металлов активно используются для сенсibilизации вторичных взрывчатых веществ и создания на этой основе капсулей оптических детонаторов. Разработка оптических детонаторов является важным шагом повышения безопасности взрывных работ в горнодобывающей промышленности и строительстве. В настоящей работе исследуется возможность применения в оптических детонаторах оксидов меди, не подверженных окислению как наночастицы металлов. Целью работы является адаптация микроочаговой модели инициирования взрывного разложения композитов PETN-оксид меди импульсом неодимового лазера, пакета прикладных программ для расчетов критической плотности энергии и кинетических закономерностей процесса эволюции рассматриваемой системы в поле лазерного импульса. Актуальность работы определяется возможностью снижения вероятности техногенных катастроф при проведении взрывных работ путем внедрения оптических детонаторов на основе вторичных взрывчатых веществ, сенсibilизированных наночастицами оксидов меди.

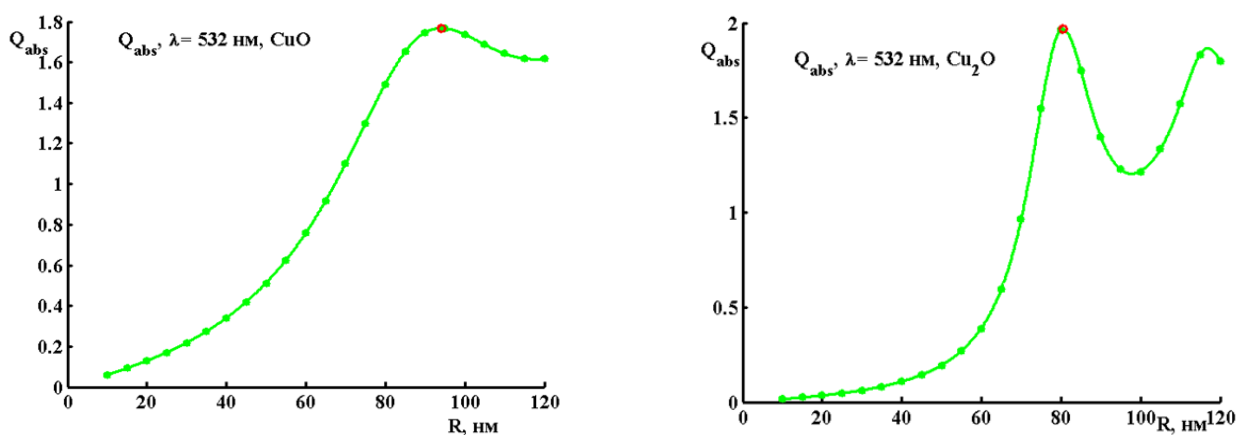


Рис. 1 Рассчитанные зависимости фактора эффективности поглощения от радиуса наночастиц оксидов меди света с длиной волны 532 нм: точки – расчет, линия – сплайн через 0.1 нм, кружки – положение максимумов зависимостей.

В ряде работ [1,2] предложено в качестве капсуля оптического детонатора использовать вторичное взрывчатое вещество пентаэритрит тетранитрата (PETN), сенсibilизированное светопоглощающими наночастицами металлов. В качестве последних рассматривались такие металлы как алюминий, никель, кобальт, медь. Наночастицы меди в PETN на длине волны 532

нм (вторая гармоника неодимового лазера) интенсивно поглощают свет по механизму плазмонного поглощения с максимальным значением фактора поглощения около 3.5, что значительно выше, чем для наночастиц подгруппы железа. Использование наночастиц меди ограничивается их активностью к окислению, поэтому необходимо рассмотреть возможность использования для сенсibilизации наночастиц оксида меди.

В рамках теорий Ми по методике [1,2] рассчитаны зависимости факторов эффективности поглощения (Q_{abs}) наночастиц меди (I и II) от их радиуса в матрице PETN с показателем преломления 1.54 на длинах волн основной и второй гармоник неодимового лазера, представленные на рисунке 1. Координаты максимума Q_{abs} для CuO составляют 95 нм (радиус) и 1.8 (Q_{abs}), для Cu₂O - 82 нм и 2. Таким образом, оптические характеристики наночастиц оксида меди (I и II) позволяют использовать их для очувствления PETN к действию импульса второй гармоники неодимового лазера.

Для оценки эволюции рассматриваемой системы в поле действия лазерного излучения оптимизирована микроочаговая модель теплового взрыва, учитывающая процессы нагревания наночастицы и матрицы за счет поглощения энергии лазерного импульса, остывание очага реакции за счет кондукторной теплопроводности и разогрев в результате протекания химической реакции экзотермического разложения лабильной матрицы. Перечисленные основные процессы, учитываемые в микроочаговой модели инициирования взрывного разложения импульсом лазера композитов на основе прозрачной матрицы и светопоглощающих наночастиц металлов. Основными новыми параметрами модели являются плотность, теплоемкость и коэффициент температуропроводности оксидов меди (I и II). Апробация пакета прикладных программ осуществлялась на примере моделирования инициирования взрывного разложения композитов PETN-оксиды меди (I и II) с различными радиусами наночастицы и длительностью импульса 14 нс. Особенности использования материала с низким значением коэффициента температуропроводности (оксид меди) проявляются в кинетических задержках разогрева центра наночастицы. Это проявляется в более низких значениях температуры центральной части наночастицы. Если длительность воздействия (импульса) еще уменьшится, запаздывание разогрева может привести к понижению пороговой плотности энергии, что будет исследовано в дальнейшем. Рассчитаны зависимости критических плотностей энергии (H_c) PETN от радиуса сенсibilизирующих наночастиц оксидов меди (I и II) при инициировании композитов импульсом длительностью 14 нс. Для PETN с добавками CuO и Cu₂O минимальные значения H_c практически совпадают (0.04 Дж/см^2) но приходится на несколько отличающиеся радиусы (93 нм для CuO и 80 нм для Cu₂O). Значения минимальной критической плотности энергии PETN с добавками оксидов металлов в районе 40 мДж/см^2 близки к порогам инициирования композитов PETN с добавками наночастиц подгруппы железа, алюминия, однако использование наночастиц стабильного оксида значительно удобнее, чем металлов. Таким образом, в качестве сенсibilизирующей добавки в капсуль оптического детонатора может выступать наночастицы не только металлов, но и оксидов некоторых металлов. Наночастицы оксидов меди (I и II) являются перспективной добавкой в матрицу взрывчатого вещества для создания оптического детонатора на основе второй гармоники неодимового лазера.

Литература и источники

1. Адуев, Б. П. Взрывчатое разложение таблеток пентаэритриттетранитрата, содержащих наночастицы никеля различного радиуса / Б. П. Адуев, Д. Р. Нурмухаметов, Р. П. Колмыков, А. П. Никитин, М. В. Ананьева, А. А. Звеков, А. В. Каленский // Химическая физика. – 2016. – Т. 35. – № 8. – С. 37-43.

2. Адуев, Б. П. Микроочаговая модель лазерного инициирования взрывного разложения энергетических материалов с учетом плавления / Б. П. Адуев, М. В. Ананьева, А. А. Звеков, А. В. Каленский, В. Г. Кригер, А. П. Никитин // Физика горения и взрыва. - 2014. - Т. 50. - № 6. - С. 92-99
3. Каленский, А. В. Особенности плазмонного резонанса в наночастицах различных металлов / А. В. Каленский, А. А. Звеков, А. П. Никитин, М. В. Ананьева, Б. П. Адуев // Оптика и спектроскопия. – 2015. – Т. 118. - № 6. – С. 1012-1021.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Каленский А.В., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

УДК 535.243

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ KI И CsI

Кузнецова П.Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

vieresck@yandex.ru

Аннотация

В работе рассматривались щелочно-галоидные кристаллы, используемые в качестве сцинтилляторов. Они обладают высоким выходом люминесценции при поглощении ионизирующего излучения. Конечной стадией процесса чаще всего является внутрицентровая люминесценция, для изучения которой целесообразно изучать фотолюминесценцию в области поглощения кристалла. Изучены спектры поглощения и фотолюминесценции щелочно-галоидных кристаллов (условно чистых и с примесью таллия). Определены основные полосы поглощения их полуширины. Сделаны выводы о принадлежности основных полос поглощения и люминесценции, определенным типам переходов.

Введение

В качестве твёрдотельных неорганических сцинтилляторов используются, NaCl(AgCl), NaI(Tl), LiI(Eu), LiF(Eu), CsI(Tl), KI(Tl), Bi₄Ge₃O₁₂ (BGO) и др. Сцинтиллятор, построенный на основе кристалла NaI(Tl), обладает большим световым выходом, однако кристалл сильно гигроскопичен, как, впрочем, и KI(Tl). Малой гигроскопичностью обладают кристаллы CsI, которые могут использоваться в сцинтилляционных счётчиках даже в атмосферных условиях. Перечисленные сцинтилляторы обладают, относительно близкими временами высвечивания порядка 10⁻⁶ сек, что в основном определяет порядок разрешающего времени счётчика на их основе [1]. Световой выход сцинтилляторов определяется вкладом разных потерь энергии при воздействии ИИ. Обычно рассматривают ионизационные, генерационные потери и потери на термализацию. Сцинтилляционный процесс начинается в кристалле с момента поглощения ионизирующего излучения и размножения числа быстрых электронов, которые далее возбуждают решетку с образованием свободных электронно-дырочных пар, экситонов, которые за время своего существования способны перенести возбуждение центрам свечения. Заключительным этапом сцинтилляционного процесса является короткая вспышка света, сцинтилляция [2].

Достоинства сцинтилляционного счётчика: высокая эффективность регистрации различных частиц; быстродействие; возможность изготовления сцинтилляторов разных размеров и конфигураций; высокая надёжность и относительно невысокая стоимость. Благодаря этим качествам сцинтилляционные счётчики широко применяется в ядерной

физике, в физике элементарных частиц в промышленности и радиационном контроле. С помощью сцинтилляционных счетчиков можно измерять энергетические спектры электронов и γ -лучей. Недостатки сцинтилляционного счётчика: малая чувствительность к частицам низких энергий (1 кэВ), невысокая разрешающая способность по энергии [3].

Для измерения спектров тяжелых заряженных частиц (α -частицы и др.) обычно используют CsI. По сравнению с KI, он существенно менее гигроскопичен. CsI применяется также, когда требуются измерения энергий заряженных частиц довольно больших энергий, а энергетическое разрешение не играет существенной роли [4].

Аппаратура и методика измерения

Исследования спектральных характеристик проводились на спектрофотометре Shimadzu UV-1700. Оптическая плотность A измеряется в диапазоне 0-4, с точностью 0,001. Длина волны может меняться в диапазоне от 190 до 1100 нм. Спектры оптического поглощения проб в работе регистрировались при спектральной ширине щели – 1 нм и со скоростью сканирования – 210 нм/мин.

Исследования люминесценции проводились на спектрофлуориметре “ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА”. Рабочий диапазон анализатора 210-840 нм. Для выделения необходимого спектрального диапазона в анализаторе «Панорама» применяется два монохроматора с вогнутыми дифракционными решетками, работающих в первом порядке дифракции (на возбуждение люминесценции и на регистрацию люминесценции). Источником света анализатора является ксеноновая лампа высокого давления, которая обеспечивает возбуждение в режиме коротких (1 мкс) импульсов.

Результаты

На рис. 1 и 2 приведены спектры поглощения не легированных ЩГК и легированных примесью таллия KCl и CsI.

Примесь таллия (Tl^{+} -центр) хорошо проявляется в поглощении имея основную A полосу $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$ перехода при ~247 нм 5,02 эВ (полуширина 0,3 эВ) и две более коротковолновые полосы $^1S_0 \rightarrow ^3P_2$ (~210 нм). В свободных ионах Tl^{+} этот переход запрещен по симметрии в кристалле запрет частично снимается. C -полоса соответствует переходу $^1S_0 \rightarrow ^1P_1$ (~195 нм). На рис. 3 приведена A полоса поглощения Tl^{+} -центра в CsI и KCl.

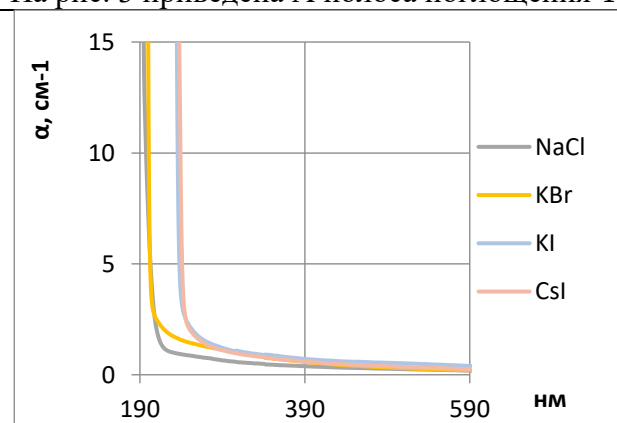


Рисунок 11. Спектры поглощения условно чистых ЩГК

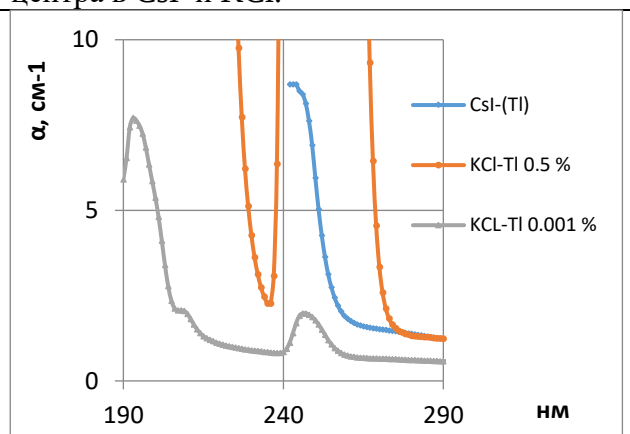


Рисунок 12. Спектры поглощения легированных таллием ЩГК

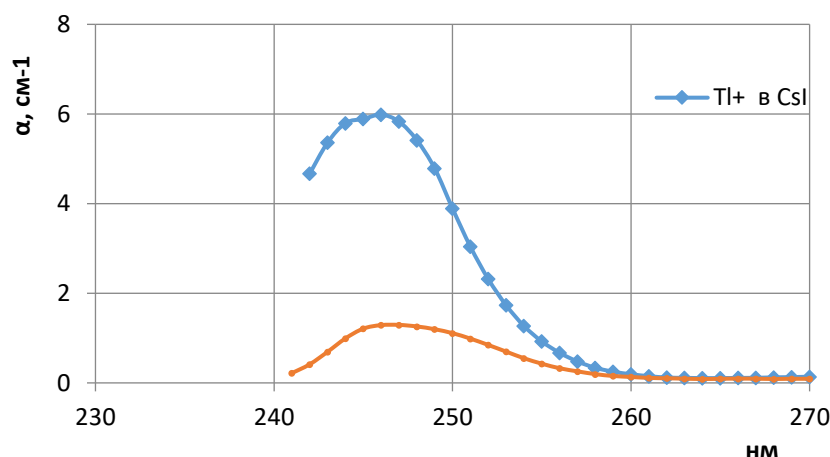


Рисунок 13. Спектры поглощения Tl^+ -центра в ЦГК

Люминесценция чистых хлоридов довольно слабая. В быстрой люминесценции чистого NaCl и люминесценции при задержке строка 50 мкс проявляется изолированная полоса с максимумом 357 нм. Увеличение задержки до 5000 мкс приводит к полному исчезновению свечения. Люминесценция вероятнее всего связана с излучением триплетного экситона (3,47 эВ, полуширина 0,3 эВ). На следующем рисунке (рис.4) приведены люминесцентные характеристики кристалла CsI-Tl, а на рис.5. кристалла KI-Tl. В люминесценции CsI при возбуждении в полосу поглощения Tl^+ центров, быстрая люминесценция обусловлена собственными дефектами (Vk-центрами) 410 нм и 760 нм, а длительная составляющая присутствием Tl (485 нм). С учетом светосумм люминесцентных сигналов и энергий квантов выход люминесценции CsI-Tl можно оценить в ~3%.

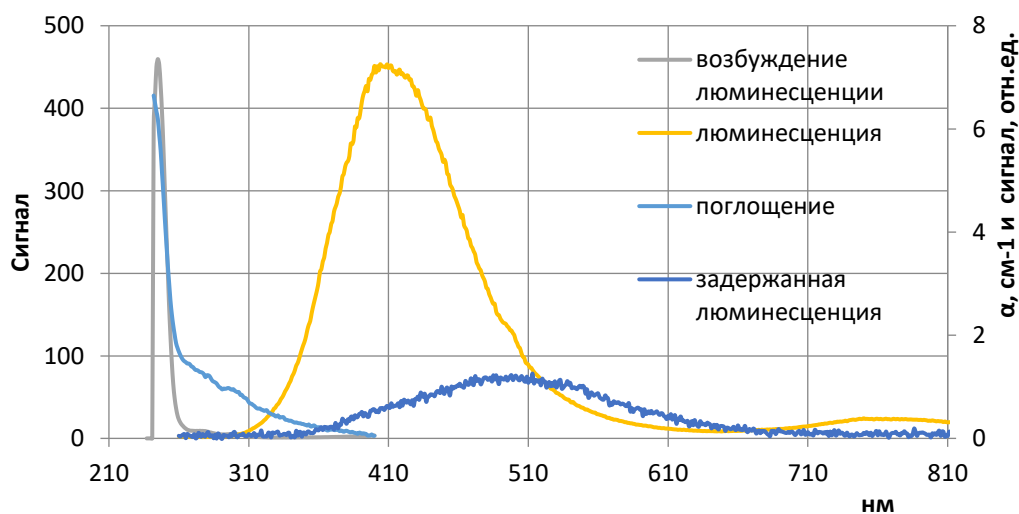


Рисунок 4. Спектры поглощения, люминесценции при возбуждении 246 нм и спектр возбуждения люминесценции 420 нм CsI-Tl

Быстрая люминесценция кристалла KI-Tl очень сильная, вероятно близка к предельному выходу люминесценции. По всей вероятности это люминесценция связана с высвечиванием автолокализованных (синглетного и триплетного) экситонов (4,13 эВ и 2,15 эВ).

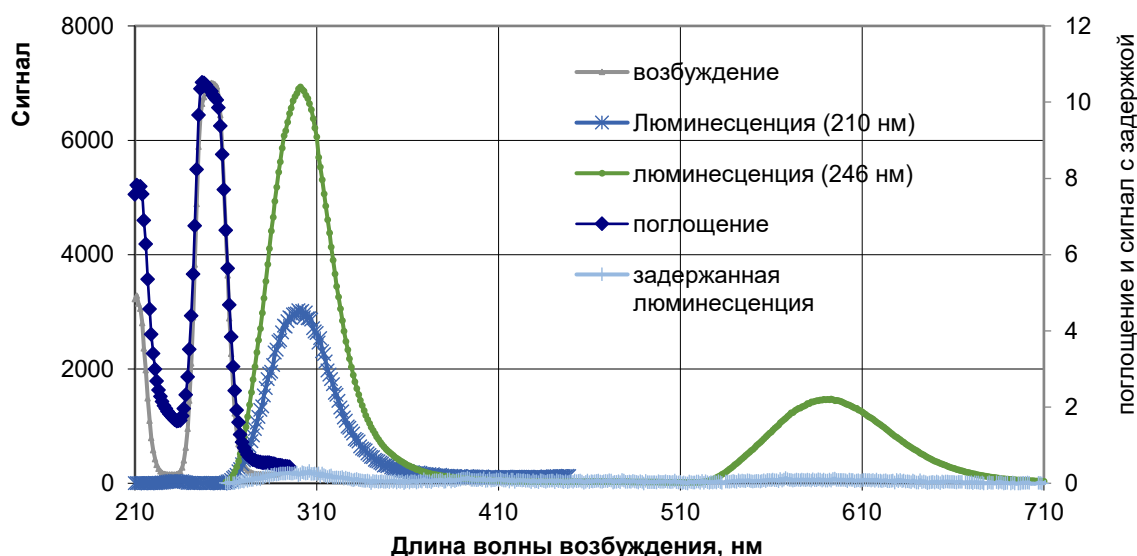


Рисунок 14. Спектры поглощения, люминесценции при возбуждении 246 нм и спектр возбуждения люминесценции 300 нм KI-Tl

Литература и источники

1. И.Н. Бекман, «Измерение ионизирующих излучений» [Электронный ресурс]: курс лекций, Москва – 2006. URL: http://profbeckman.narod.ru/radiometr.files/L2_1_2.pdf [дата обращения: 08.04.2020]
2. Р. Ю. Шендрик, Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Часть 3. Введение в физику сцинтилляторов –1 – Учебное пособие –Иркутск: изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. –110 с.
3. И.Н. Бекман, «Измерение ионизирующих излучений» [Электронный ресурс]: курс лекций, Москва – 2006. URL: http://profbeckman.narod.ru/radiometr.files/L2_1_8.pdf [дата обращения: 08.04.2020]
4. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин, web-публикация на основе учебного пособия "Частицы и ядра. Эксперимент" [Электронный ресурс], М.: Издательство МАКС Пресс, 2013. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/experiment/detectors/scint.htm> [дата обращения: 08.04.2020]

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н. Л.

УДК 535.243

ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ ДОЗИМЕТРИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В БАТКЕНСКОМ РАЙОНЕ КЫРГЫЗСТАНА

Орозбаева Гуласель, Маккамбаева Мунира

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

muniramakkambaeva991@gmail.com

gulasel.orozbaeva@yandex.ru

Аннотация

В работе термолюминесцентные детекторы ТЛД-К применены для оценки радиационной обстановки в трех селах Баткенского района Кыргызстана (с. Бужум, с. Булак-Башы с.Чон-

Талаа). Изученность данной территории, удаленных от промышленных зон низкая. Термолюминесцентные детекторы готовились к выполнению дозиметрии в Кемерово. Был проведен отжиг детекторов и их укладка в дозиметрические кассеты. Подготовленные дозиметры были направлены в Кыргызстан и распределены в жилых помещениях сел. Общее время между отжигом и измерением детекторов составило 46 дней. Измерение термолюминесценции проводилось на термолюминесцентном дозиметрическом комплексе ДТУ-01М. На основе проведенных измерений, с применением градуировочного коэффициента установки, при помощи которого интенсивность измеренной люминесценции пересчитывается в поглощенную дозу и учета времени проведения контроля (число дней) были посчитаны годовые эффективные дозы для всех дозиметров, привезенных из Кыргызстана и построено дозовое распределение. Дозовое распределение в жилых помещениях Баткенского района имеет медианное среднее значение близкое к аналогичному в пос. Новостройка Кемеровской области, несмотря на большой вклад космического излучения, в связи с высотой над уровнем моря для изучаемого района Киргизии 1000 м.

Введение

Территория республики имеет чрезвычайно разнообразные ландшафты. За счет малой заселенности территории Кыргызстана и почти полного отсутствия заводов и фабрик, республика сохранила девственность своей земли и большое количество исторических памятников. Изученность экологии, природных источников и полезных ископаемых территорий, особенно сильно удаленных от промышленных зон низкая.

С точки зрения радиационной безопасности окружающей среды в Киргизии могут существовать проблемы, связанные с добычей урана в прошлом и наличия на территории республики хвостохранилищ. Хвостохранилища разбросаны практически по всему Кыргызстану, но большая часть, в том числе и самые опасные объекты, — на юге страны. На сегодня в стране есть пять наиболее сложных объектов бывшего уранового наследия, где хранится большая часть отработанной урановой руды. В отвалах накоплено большое количество низко активных горных пород и некондиционных руд. Все отвалы до сих пор не рекультивированы.

Отвалы, расположенные на берегу р. Сумсар, интенсивно размываются водами реки с выносом радионуклидов в ее русло и пойму. Об этом свидетельствуют результаты опробования донных отложений реки, где зафиксированы высокие концентрации урана 215 г/т и повышенное содержание тяжелых металлов: свинца, железа, меди, хрома, кадмия. Эти тяжелые металлы и токсичные элементы своим происхождением обязаны деятельности Сумсарского свинцово-цинкового рудника, расположенного в трех километрах выше по долине реки. Данные регулярного мониторинга окружающей среды в зоне влияния рассмотренных объектов — отсутствуют. В Лейлекском (Козубагланская и Приграничная площади) и Кадамжайском (Шункская площадь) районах Баткенской области есть перспективные площади для геологического изучения на уран [1].

В этой связи целесообразно проведения исследования по оценке радиационной обстановки в Баткенской области. Исследования проводились методом термолюминесцентной дозиметрии в трех селах Баткенского района.

Основы термолюминесцентного метода дозиметрии

Термолюминесценция (ТЛ) — один из методов изучения физических свойств твердых тел. ТЛ широко используется в качестве метода дозиметрического контроля ионизирующего излучения. Зависимость интенсивности ТЛ от дозы облучения имеет линейный участок роста. Диапазон линейного отклика зависит от кристаллофосфора. Кривая термолюминесценции представляет зависимость интенсивности свечения от температуры (времени) [2,3]. Температура пропорциональна глубине ловушки (ее энергии активации) [4].

Аппаратура и методика измерения

Исследования проводились на термолюминесцентном дозиметрическом комплексе ДТУ-01М. Комплекс обеспечивает проведение считки информации при индивидуальном дозиметрическом контроле персонала и отдельных лиц при помощи измерения ТЛ сигнала детекторов излучения. Его можно применять при оценке доз на стадиях хранения, переработки и транспортировки радиоактивных веществ, при работе ядерных реакторов, рентгеновских аппаратов, лучевой терапии и других случаях использования источников ионизирующих излучений, а также доз населения, проживающего на зараженных территориях.

Система ДТУ-01М состоит из: пульта управления, блока термовысвечивания (БТВ), блока повторной термообработки и детекторов.

В качестве детекторов использовались детекторы ТЛД-К, изготавливаемые из материала на основе натрий-силикатного стекла (SiO_2). Детектор за время экспозиции в процессе ношения накапливают энергию, пропорциональную дозе излучения. При нагреве детектора на специальном нагревательном элементе в БТВ накопленная энергия преобразуется в световой поток, регистрируемый при помощи ФЭУ, пропорциональный дозе излучения. Нагрев детекторов осуществляется в линейном режиме с фиксированной скоростью. Для данного типа детекторов при определенных режимах регистрации ТЛ (скорость нагрева, температурный диапазон, подложка, навеска и т.д.) проводится градуировка прибора и вычисляется градуировочный коэффициент связывающий зарегистрированную интенсивность свечения в максимуме полосы ТЛ с дозой.

Результаты

При помощи термолюминесцентных детекторов ТЛД-К [4] проводились радиационные исследования на территории Баткенского района Кыргызстана (с. Бужум, с. Булак-Башы с. Чон-Талаа). Перед применением детекторов осуществлялся их предварительный отжиг.

Радиационный фон измерялся в жилых помещениях, где детекторы, помещенные в кассеты ДТГ, находились 46 дней с 21.12.19 по 05.02.2020. Измерения детекторов выполнялись на дозиметрическом комплексе ДТУ-01М. На основе проведенных измерений, с применением градуировочного коэффициента установки, при помощи которого интенсивность измеренной термолюминесценции пересчитывается в поглощенную дозу и учета времени проведения контроля (число дней) были посчитаны годовые эффективные дозы для всех дозиметров, которые располагались в разных районах города. Погрешность измерения определялась, как результат совпадения двух детекторов, находящихся в одной кассете, т.е. в одном месте проведения контроля. В среднем это величина составила 2%, однако в случае нахождения дозиметра в земле расхождение составило 8%, что обусловлено уже скорее неоднородностью почвы по содержанию радионуклидов.

Мы оценили, как меняются средние дозы в жилых помещениях по районам. На гистограмме (рис. 1) приведены средние значения с учетом средних отклонений для разных районов исследования. Видно, что с учетом отклонения средние дозы для всех мест сопоставимы и близки к средней дозе в г. Кемерово. Можно выделить чуть более высокие дозы зафиксированы в с. Чон-Талаа.

Некоторая разница в дозах по единичным измерениям фиксируется в зависимости от типа конкретных мест расположения дозиметров. В частных деревянных домах дозы ниже, в частных домах из бетона зарегистрированные дозы сравнимы с дозами в многоэтажных домах.

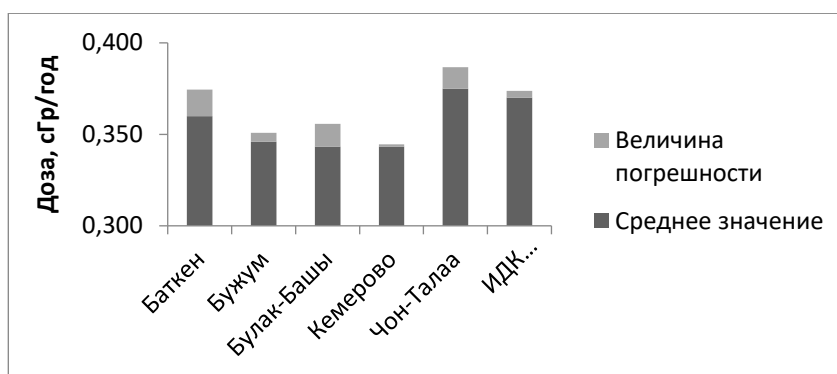
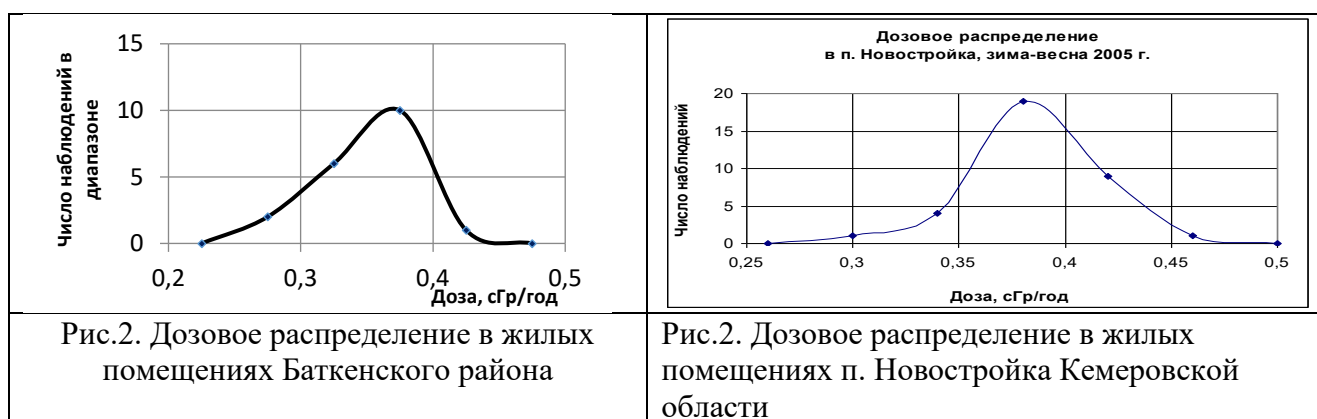


Рис.1. Средние дозы в разных местах проведения контроля

Если сравнить дозовое распределение в Баткенском районе с распределением в п. Новостройка Кемеровской области (рис.2), то медианное значение практически одинаково, но в распределении Баткенского района больший вклад низко дозовых значений. Для построения более надежного распределения необходимо увеличения числа измерений.



Список литературы

1. www.caresd.net
2. Франк М., Штольц В. Дозиметрия ионизирующего излучения. — М: Атомиздат, 1973. - 246 с.
3. Шварц, К. К. Термолуминесцентная дозиметрия / [Текст]. -Рига: Зинатне, 1968. — 180 с.
4. Aluker N L Suzdaltseva Ya M Hermann M E Dulepova A S 2016 [High-efficiency thermoluminescent detectors for measuring the absorbed ionizing radiation dose in the environment](#) *Instruments and techniques of the experiment* **59(5)** 733-739

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н.Л.

УДК 535.243

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРОБ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАТКЕНСКОГО РАЙОНА КЫРГЫЗСТАНА И ИХ СРАВНЕНИЕ С ПРОБАМИ, ОТОБРАННЫМИ В Г. КЕМЕРОВО

Маккамбаева Мунира, Орозбаева Гуласель

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

muniramakkambaeva991@gmail.com

gulasel.orozbaeva@yandex.ru

Аннотация

В работе изучены спектры поглощения природных, водоподготовленных питьевых вод и снега, отобранных в селах Чон-Талаа и Бужум Баткенского района Кыргызстана. В качестве объектов сравнения исследуются воды и снег, отобранные в г. Кемерово. В последние годы предпринимаются шаги для развития аналитических методов определения в природных водах микро количеств токсичных веществ различной природы, как органических, так и неорганических соединений с применением новых технических решений и спектрофотометрия в УФ области рассматривается в качестве перспективного метода. В качестве метода оценки качества природных вод изучались электронные спектры поглощения в УФ и видимой области спектра без дополнительной пробоподготовки и введения каких либо химических реактивов. При отборе одной из проб снега в Киргизии произошло его внешнее загрязнение из за использования недостаточно чистой тары. Определены основные полосы поглощения. Выявлен загрязнитель. Сделаны выводы о качестве исходных вод. В воде из скважины и природного источника концентрация нитрат иона в несколько раз выше, чем в питьевой воде. Аналогичная картина характерна и для Кемеровской области [1].

Введение

Северная часть Баткенского района Кыргызстана находится в пределах южной окраины Ферганской долины, остальная часть расположена в предгорной и горной части Алайского хребта. Наивысшая точка в районе — 5621 м. На западе и востоке район граничит с другими районами Баткенской области Киргизии, на севере — с Узбекистаном, на юге — с Таджикистаном. Внутри района находятся Сохский район Ферганской области Узбекистана, а также эксклав Ворух, принадлежащий Таджикистану. За счет малой заселенности и почти полного отсутствия заводов и фабрик, территория сохранила девственность своей земли и большое количество исторических памятников. Изученность этой территории удаленной от промышленных зон низкая [2,3]. В работе проводится исследования проб вод и снег, отобранных в селах Чон-Талаа и Бужум и сравнение их спектров поглощения с аналогичными пробами г. Кемерово.

Исследование водных проб осуществлялось методом спектрофотометрии, которые занимают ведущую роль в исследованиях в области физико-химии различных материалов [4,5]. В последние годы предпринимаются шаги для развития аналитических методов определения в природных водах микро количеств токсичных веществ различной природы, как органических так и неорганических соединений с применением новых технических решений и спектрофотометрия в УФ области рассматривается в качестве перспективного метода. В качестве метода оценки качества природных вод изучались электронные спектры поглощения в УФ и видимой области спектра, без дополнительной пробоподготовки .

Аппаратура

SHIMADZU UV-1700 является современным дуолучевым спектрофотометром. Оптическая плотность A измеряется в диапазоне 0-4, с точностью 0,001. Длина волны может меняться в диапазоне от 190 до 1100 нм. Оптическая ширина щели может принимать значения: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2 и 5 нм.



Рис.1. Внешний вид прибора «Shimadzu UV -1700»

Объекты исследования

Дистиллированная вода, вода питьевая из крана с. Бужум и с. Чон-Талаа, вода из скважины и природного источника с. Чон-Талаа, вода из крана, Кемерово (КемГУ) Металлплощадка, вода из крана, Металлплощадка после фильтра. Снег, отобранный около главного корпуса КемГУ, в с. Бужум и в с. Блок-Баш и сосулька, Металлплощадка

Результаты исследования

На рис. 2 приведены спектры поглощения исследованных проб воды после вычитания из них спектра дистиллированной воды. Для сравнения на рисунке приведены спектры поглощения раствора KNO_3 с концентрацией 5 мг/л. Видно, что по УФ спектрам можно сделать выводы о содержании нитрат ионов в воде [1]. Для питьевых вод г. Кемерово (централизованная водоподготовка Кемеровский водоканал) и с. Бужум (пруд отстойник) концентрация нитрат иона 5 мг/л, а в селе Чон-Талаа в два раза выше.

В воде из скважины и природного источника концентрация нитрат иона составляет примерно 16 и 23 мг/л, соответственно, что является высокой концентрацией для питьевой воды, но все же ниже ПДК (45 мг/л). Следует отметить что в скважинных водах Кемеровской области в некоторых случаях достигаются очень высокие, выше ПДК концентрации нитрат ионов [1].

На рис 3 приведены спектры поглощения талого снега, отобранного в Киргизии и Кемерово. Лучшими характеристиками исходя из измеренных спектров обладает растаявшая сосулька в спальном районе Кемерово, Снег, отобранный в центре Кемерово и селе Блок Баша очень близки по своим характеристикам, причем снег из села несколько чище, чем снег в центре г. Кемерово.

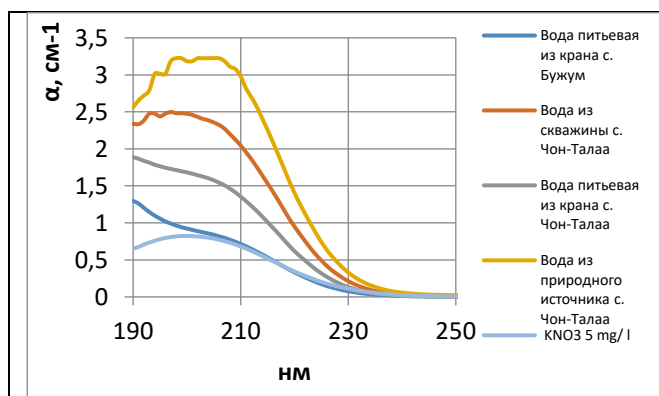


Рис.2а Спектры поглощения вод Баткенского

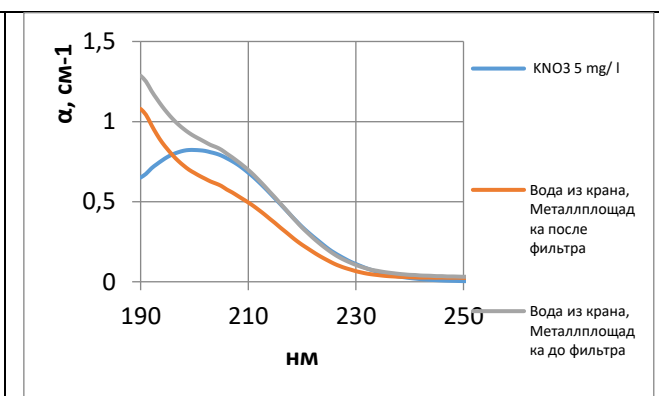
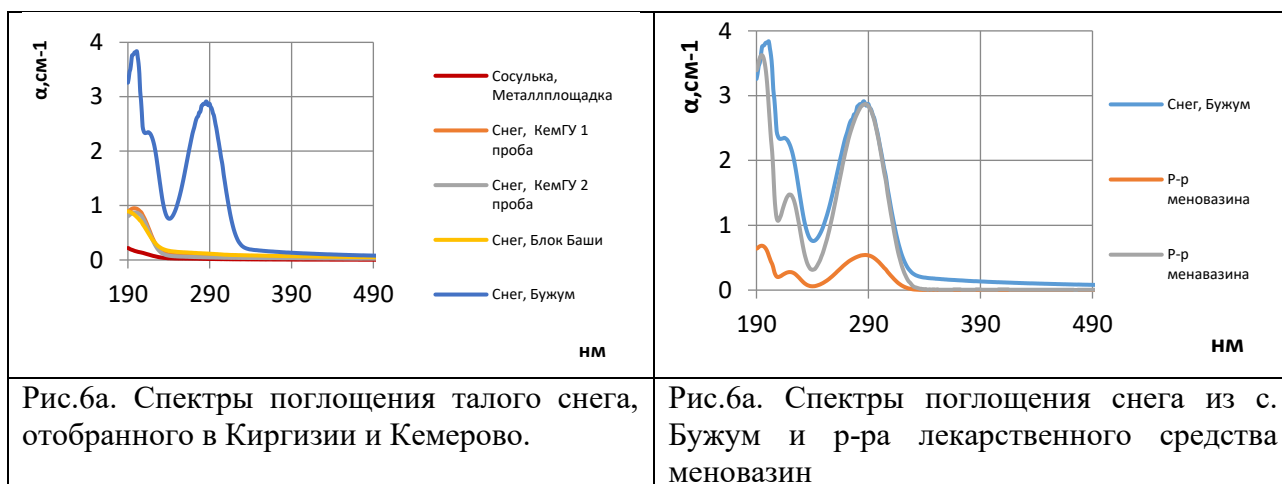


Рис.2б Спектры поглощения вод Кемерово

района	
--------	--

Концентрация нитратов по нитрат иону составляет 5-6 mg/l, то есть практически такая же, как в пробах питьевых водах. Неожиданным оказался спектр поглощения снега из с. Бужум. Было сделано предположения о причине сильного загрязнения пробы. Проба была отобрана в бутылку из под лекарственного средства (меновазин), и, естественно, было предположить ее загрязнение этим соединением.



В спектре выделяются 3 полосы поглощения в области ~195 нм, 220 нм и 280 нм, что похоже на измеренный нами спектр. Возможно присутствие 2-бензил-4-хлорфенола (БХФ) $C_{13}H_{11}ClO$ и триптофана [6-7].

Исходя из проведенных исследований можно сделать вывод о том, что существенной разницы в состоянии водных ресурсов и снегового покрова между пробами из Баткенского района Кыргызстана и г. Кемерово не наблюдается.

Список литературы

1. N. L. Aluker, , M. E. Herrmann, and Ya. M. Suzdaltseva A Spectrophotometric Study of Nitrate and Nitrite Salts and Their Aqueous Solutions/ ISSN 0030-400X, *Optics and Spectroscopy*, 2019, Vol. 127, No. 6, pp. 991–996.
2. <http://www.stat.kg/ru/batkenskayaoblast/>
3. <http://www.mapnall.com>
4. Грудинкина Н. П. Поглощение ультрафиолетового излучения водой.— *Оптика и спектроскопия*, 1956, т. 1, вып. №5, с. 658—660.
5. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Техносфера. – Москва, 2007 – 363с.
6. Электронная спектроскопия органических соединений //С.Ю. Вязьмин, Д.С. Рябухин, А.В. Васильев. С-П, Уч. пособие 2011, 37С.
7. Котова Д. Л. Спектрофотометрическое определение аминокислот в водных растворах: учебное пособие / Д. Л. Котова, Т. А. Крысанова, Т. В. Елисеева. – Воронеж: ЛОП ВГУ, 2004. – 55

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н.Л.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

Цветков В.Э.¹, Зыков И.Ю.¹, Галкина В.В.²

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН»

²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Технология получения углеродных сорбентов – активированных углей – начала развиваться более 100 лет назад. Хорошо апробированы методики карбонизации и последующей активации ископаемых углей и биомассы, изучено влияние способа активации на параметры пористой структуры и групповой состав поверхности. Разработаны рецептуры получения сорбентов для извлечения загрязняющих веществ из воды и воздуха, очистки пищевых продуктов, золотодобывающей промышленности и других отраслей. Достигнутые успехи открывают новые горизонты и конкретизируют задачи, поставленные перед специалистами по синтезу сорбентов. В настоящей работе делается краткий обзор современных направлений в области методов получения углеродных сорбентов и достигнутых результатов. Рассмотрим следующие направления:

Модификация группового состава углеродной матрицы за счет окисления или введения гетероатомов при карбонизации. Введение кислородных функциональных групп может быть достигнуто при нагревании углеродных сорбентов в присутствии окислителей, таких как перманганат калия, азотная и серная кислоты. Данная стадия является типичной при подготовке углеродных носителей к нанесению оксидов или металлических компонентов. Удаление кислородных групп нагреванием в инертной атмосфере основано на реакциях отщепления. Основной недостаток данного способа заключается в том, что нагревание также активизирует процессы оптимизации углеродной структуры, что приводит к изменению распределения пор по размерам. Введение гетероатомов (в первую очередь азот и сера) можно осуществить на стадии карбонизации углерод-содержащего вещества. Рассматривалось введение серы при карбонизации отходов производства бумаги, пропитанных сульфидом. Оптимальное связывание серы в виде тиокарбонила происходит при температуре карбонизации 400 °С, при дальнейшем повышении температуры происходит образование гипса, что снижает активность серы в связывании ионов тяжелых металлов [1]. Изучался процесс карбонизации сополимера мочевины, формальдегида и резорцина для получения углеродного сорбента. В процессе карбонизации происходит значительное снижение содержания гетероатомов [2]. В силу неселективности пиролизических процессов гетероатомы содержатся в различных формах, которые могут повышать сорбционную активность по отношению к ионам тяжелых металлов, так и не влиять на нее.

Введение в углеродные структуры фрагментов групп-комплексообразователей. Данный прием позволяет повысить сорбционную способность по отношению к ионам металлов. В качестве типичных лигандных групп используют сульфидную [3], меркаптопропильную [4], меркаптобензотиазольную [5], 9,10-фенантролиновую [6] и дитизонатную. Для введения сульфидной группы использовалась этерификация гидроксильных групп при реакции с тиоуксусной кислотой. Меркаптопропильная группа наносилась при помощи реакции меркаптопропилтриэтоксисилана с ранее нанесенным магнетитом, что позволило также защитить магнетитные частицы. Для нанесения 9,10-фенантролина совместно с углеродными нанотрубками на графитовый стержень применялся электрохимический метод. Применение данных процедур позволяет повысить сорбционную емкость за счет хелатирующего эффекта [4-6] или образования прочной связи свинца или кадмия с сульфидной группой [3].

- Получение композитов углеродная матрица – полимер, с высоким содержанием гетероатомов (в основном азота и серы). Интересный пример получения сорбентов заключается в создании сополимеров богатых гетероатомами. Существуют варианты

привития подобных полимеров к углеродным матрицам. Рассмотрено получение сополимера тритиоциануровой кислоты и при медленном окислении с образованием дисульфидных мостиков [7]. Предварительно углеродный сорбент был окислен для введения карбоксильных групп с дальнейшим их преобразованием в хлор-ангидридные. Далее они использовались для ацилирования тиоэтанолamina и привития тиоциануровой кислоты через дисульфидный мостик. Наличие азотных пиридиноподобных групп и сульфидных групп повышает сорбционную способность по отношению к ионам кадмия.

Нанесение оксидов, в том числе магнитных, на углеродные структуры. Получение магнитных сорбентов актуально для очистки от нефтепродуктов и тяжелых металлов. Данные сорбенты изготавливаются на основе полимеров, древесного волокна, сульфированных жирных кислот и гуминовых кислот. Нарождающейся областью применения магнитных сорбентов является микроконцентрирование для количественного определения химических соединений. Магнитный сорбент для твердофазной микроэкстракции кадмия и свинца на основе многостенных углеродных нанотрубок, модифицированных 2-меркапто-бензотиазолом был разработан в [5]. Предложен специализированный сорбент для извлечения свинца из водных растворов методом твердофазной экстракции на основе многостенных углеродных нанотрубок и сшитого полимера, содержащего дитизон в качестве лиганда. В [4] предложен способ получения композитов 3-меркаптопропилтриэтоксисилан-многостенные углеродные нанотрубки – магнетит (MPTS-MWCNTs-Fe₃O₄) в качестве сорбентов для сорбции ртути и свинца. Сорбент для микроконцентрирования органических загрязнителей (нитрофенол, бисфенол А антибиотики и гербициды) был получен при карбонизации металл-углеродного каркаса, содержащего феррит цинка.

Подавляющее большинство работ по микроконцентрированию использует сорбенты со сложной процедурой приготовления. Единичные публикации связаны с использованием для микроконцентрирования органических соединений магнитных углеродных сорбентов.

Можно выделить три основных стратегии получения магнитных углеродных сорбентов:

1. Смешение углерод-содержащего прекурсора с магнитными частицами или их осаждение из раствора с последующей карбонизацией и активацией.
2. Осаждение на высокопористую углеродную матрицу магнитных частиц.
3. Механохимический синтез из пасты, содержащей магнитные частицы, и углеродного сорбента.

Таким образом, в области получения углеродных сорбентов в настоящее время делается акцент на модифицировании поверхности с помощью физических методов и тонких синтетических подходов. Разработаны способы получения модифицированных сорбентов проявляющих повышенную емкость по отношению к ионам тяжелых металлов и легкость отделения от среды при магнитной сепарации.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-43-420012.

Литература и источники

1. Wajima, T. A new carbonaceous adsorbent for heavy metal removal from aqueous solution prepared from paper sludge by sulfur-impregnation and pyrolysis / T. Wajima // Process Safety and Environmental Protection. – 2017. – V. 112. – pp. 342–352.
2. Huber, L. The effect of activation time on water sorption behavior of nitrogen-doped, physically activated, monolithic carbon for adsorption cooling / L. Huber, S.B. Hauser, E. Brendlé et al. // Microporous and Mesoporous Materials. – 2019. – V. 276. - pp 239–250.
3. Li, J. Preparation of thiol-functionalized activated carbon from sewage sludge with coal blending for heavy metal removal from contaminated water / J. Li, X. Xing, J. Li // Environmental Pollution. – 2018. – V. 234. - pp 677-683.

4. Zhang, Ch. Efficient removal of heavy metal ions by thiol-functionalized superparamagnetic carbon nanotubes / Ch. Zhang, J. Sui, J. Li et al. // Chemical Engineering Journal. – 2012. – V. 210. – pp 45–52.
5. Kazemi, E. Synthesis of 2-mercaptobenzothiazole/magnetic nanoparticles modified multi-walled carbon nanotubes for simultaneous solid-phase microextraction of cadmium and lead, International Journal of Environmental Analytical Chemistry / E. Kazemi, Sh. Dadfarnia, A.M.H. Shabani et al // Int. Journal of Environmental Analytical Chemistry. DOI:10.1080/03067319.2017.1353087
6. Rohanifar, A. Solid-phase microextraction of heavy metals in natural water with a polypyrrole/carbon nanotube/1, 10-phenanthroline composite sorbent material / A. Rohanifar, L.B. Rodriguez, A.M. Devasurendra et al. // Talanta. – 2018. – V. 188. – pp 570–577.
7. Ko, D. Disulfide polymer grafted porous carbon composites for heavy metal removal from stormwater runoff / D. Ko, P.D. Mines, M.H. Jakobsen et al. // Chemical Engineering Journal. – 2018. – V. 348. – pp 685–692.

Научный руководитель – д.ф.-м.н. профессор Каленский А.В., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

УДК 535.243

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ LiF, Al₂O₃ И SiO₂

Винодиктов П.О.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

pasha.vinodiktov.98@yandex.ru

Аннотация

В работе изучены спектры поглощения реальных термолюминесцентных детекторов на основе LiF, Al₂O₃ и SiO₂. Определены основные характеристики их поглощения и люминесценции. Сделаны выводы о принадлежности основных полос поглощения и люминесценции, определенным типам переходов.

Введение

Для индивидуального дозиметрического контроля и контроля радиационного воздействия окружающей среды может применяться множество типов термолюминесцентных дозиметров (ТЛД), позволяющих в принципе регистрировать различные виды излучения в широком диапазоне. Существуют дозиметрические детекторы на основе LiF, Al₂O₃, CaSO₄, CaF₂, Li₂B₄O₇, алюмосиликатных и силикатных стекол [1]. Материалы, применяемые в качестве термолюминесцентных детекторов ионизирующих излучений, должны удовлетворять целому ряду требований. Это высокий выход термолюминесценции, линейный характер зависимости интенсивности ТЛ в определенном, изолированном пике от дозы облучения, спектр ТСЛ в области максимальной чувствительности ФЭУ, исключение или минимизация самопроизвольного высвечивания запасенной во время облучения ТЛ при комнатной температуре. Не один из множества применяемых в дозиметрии люминофоров не обладает полным комплектом оптических характеристик нужных для идеальных потребительских свойств ТЛ детектора. В связи с этим исследование характеристик известных ТЛ детекторов и разработка новых ТЛ систем и актуальна.

В данной работе изучаются оптические характеристики реальных ТЛД детекторов основе LiF, Al₂O₃ и SiO₂.

Результаты

На рис. 1а приведены спектры поглощения детектора ТЛД-100 (LiF), условно чистого кристалла LiF, полированного детектора ТЛД-500 (Al₂O₃) [1], кристалла Al₂O₃ легированного Mg и полированного детектора ТЛД-К (SiO₂) [2]. На рис 1б приведена УФ часть того же спектра для лучшей демонстрации полос поглощения.

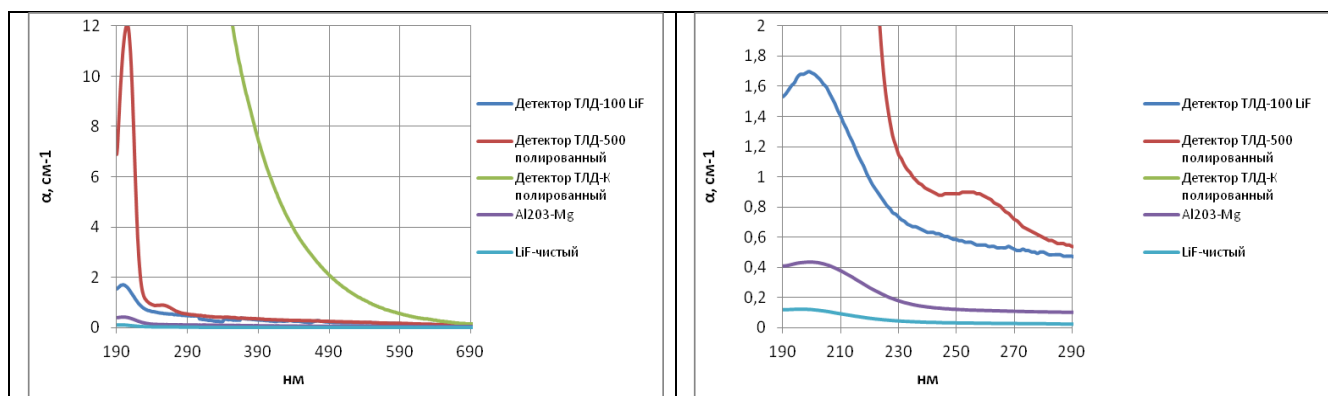
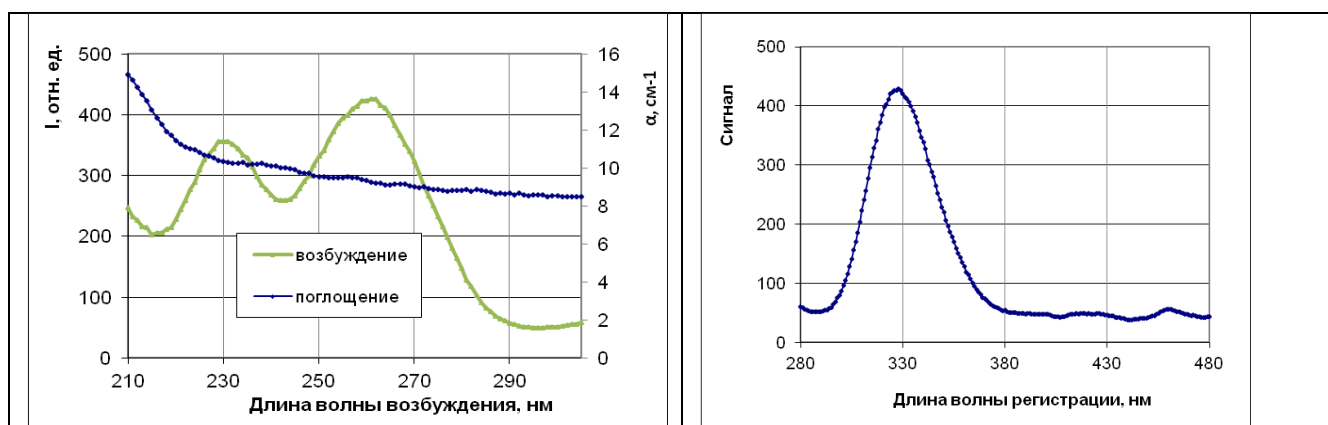


Рис.1а Спектры поглощения детекторов и кристаллов

Рис.1б. Те же спектры поглощения детекторов и кристаллов в УФ область

Неполированные (реальные) детекторы ТЛД-К и ТЛД-500 обладают сильным рассеянием, определяющим постоянный фон в спектре поглощения. Исходя из спектра ТЛД-К видно, что этот детектор обладает оптическими характеристиками стекла (аморфного SiO_2), а не кварца. В спектре поглощения ТЛД-500 выделяются две полосы поглощения 205 и 260 нм, принадлежащие по литературным данным F и F^+ центрам соответственно [1]. В области 205 нм находится также полоса поглощения примеси Mg , проявляющаяся и в легированных им ТЛД-100.

Спектр люминесценции детектора ТЛД-500 во время действия возбуждающего импульса мкс длительности (2б), поглощения и возбуждения флюоресценции детектора ТЛД-500 (2а) приведен на рис.2.

Рис.2а Спектр возбуждения короткой люминесценции ТЛД-500

Рис.2б. Флуоресценция (короткая люминесценция) ТЛД-500 при возбуждении в область F^+ центра (260 нм)

Эта люминесценция обусловлена F^+ центром ее длительность меньше мкс, при увеличении задержки строба люминесценция полностью пропадает, зато появляются люминесценция, обусловленная F центрами (3а) и Cr (рис.3б, 3с) [2]. И Cr и F центры являются глубокими ловушкам в Al_2O_3 и проявляются в ТЛ после облучения при КТ. Считают, что дозиметрический пик связан с F и F^+ центрами и их перезарядкой [1].

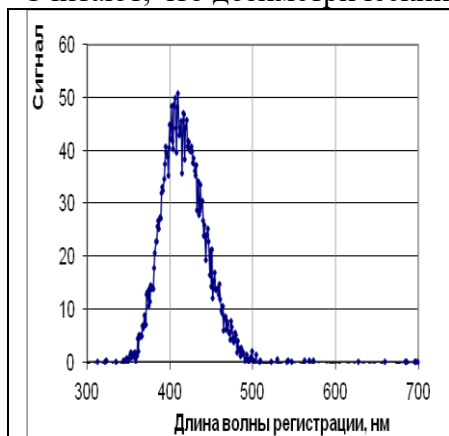


Рис.3а. Задержанная люминесценция ТЛД-500 при возбуждении в область F центра (210 нм).
Задержка строба 4,5 мс, длительность 1 мс

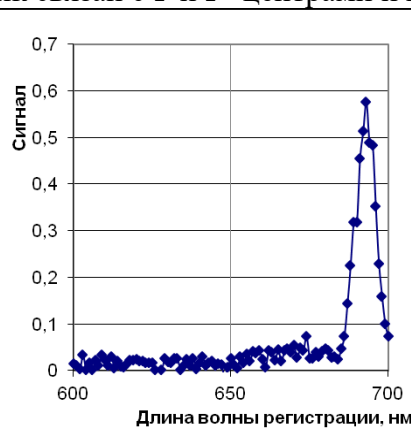


Рис.3б. Задержанная люминесценция ТЛД-500 при возбуждении в область Cr^{3+} центра (400 нм). Задержка строба 0,05 мс, длительность 1 мс

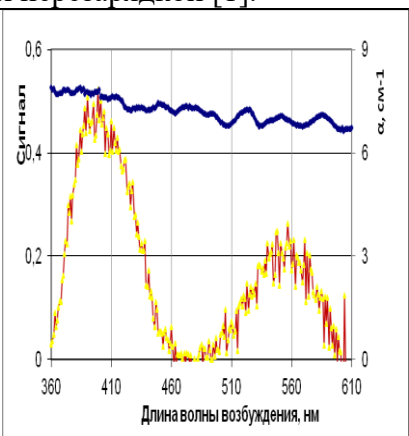


Рис.3с. Спектр возбуждения люминесценции Cr^{3+} центра (693 нм) в ТЛД-500. Задержка строба 0,05 мс, длительность 1 мс

Спектр возбуждения люминесценции и люминесценция во время действия возбуждающего импульса мкс длительности детектора ТЛД-К приведен на рис.4а. Интенсивность этой люминесценции сравнима и даже несколько выше, чем люминесценция ТЛД-500. Спектр задержанной люминесценции приведен на рис 4б. Задержанная люминесценция обусловлена примесями. Быстрая, вероятнее всего, собственными дефектами, аналогично ТЛД-500.

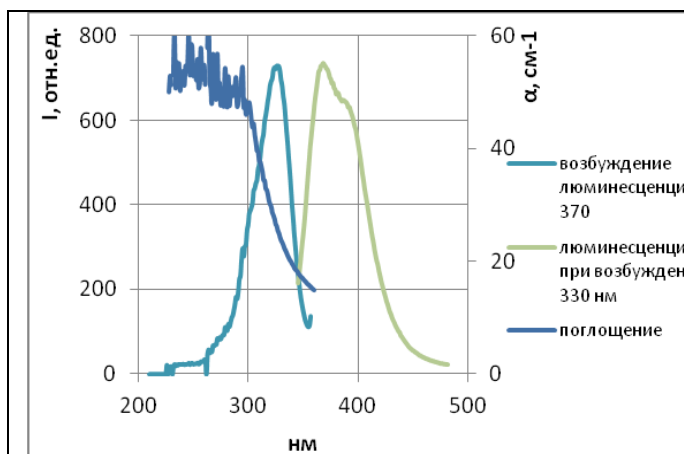


Рис.4а. Спектр поглощения, спектр возбуждения и люминесценция короткой люминесценции ТЛД-К



Рис.4б. Задержанная люминесценция ТЛД-К при возбуждении 260 нм. Задержка строба 0,1 мс, длительность 1 мс

Быстрая люминесценция детектора ТЛД-100 (LiF) носит сложный характер, это связано с наличием большого числа примесных центров в этом объекте и требует дополнительного изучения. Интенсивность люминесценции слабее, чем ТЛД-К и ТЛД-500. В табл. 1 сведены

основные наблюдаемые при импульсном микросекундном возбуждении при КТ полосы поглощения и люминесценции для двух типов детекторов

Таблица 1. Основные характеристики полос поглощения

Образец	Положение мак погл, нм (эВ)	α , см ⁻¹	Положение Мах возб быстрой люм, нм (эВ)	Положение мак быстрой люм, нм (эВ) < 1 мкс	Положение мак возб. замедленной люм, нм (эВ) и	Положение мак замедленной люм, нм (эВ)
ТЛД-500 (Al ₂ O ₃)	205 (6,05)	12			205 (6,05)	410 (3,02)
	260 (4,77)	0,9	230 (5,39) 260 (4,77)	330 (3,76) 330 (3,76)	400 (3,1) 550 (2,25)	693,(1,79) 693,(1,79)
ТЛД-К (SiO ₂)			330 (3,76) 330 (3,76)	370(3,35) 390 (3,18)	260 (4,77) 260 (4,77)	480 (2,58) 680 (1,82)

Обсуждение и выводы

Определены основные характеристики полос поглощения и их полуширины. Измеренные спектры сопоставлены с литературными данными об известных электронных переходах в термолуминофорах. На основании сопоставления спектра поглощения лазерного рубина [3,4] и ТЛД-500 можно сделать вывод, что концентрация Сг в детекторе в $\sim 1 \cdot 10^{-4}\%$, т.е. $3,2 \cdot 10^{16}$ см⁻³.

Список литературы

1. Кортон, В.С. Особенности кинетики термостимулированной люминесценции кристаллов α -Al₂O₃ с дефектами / В.С. Кортон, И.И. Мильман, С.В. Никифоров // Физика твердого тела. - 1997. - т. 39. - №9. - с. 1538 – 1543.
2. Aluker N L Suzdaltseva Ya M Hermann M E Dulepova A S 2016 [High-efficiency thermoluminescent detectors for measuring the absorbed ionizing radiation dose in the environment](#) *Instruments and techniques of the experiment* **59(5)** 733-739.
3. Горелик, В.С. Исследование люминесценции кристалла рубина при возбуждении линиями видимого, ультрафиолетового спектров излучения //Вестник МГТУ им Н.Э.Баумана. Сер. «Естественные науки».2014.№5 с.32-38.
4. <https://catalogmineralov.ru/mineral/rubin.html> (дата обращения 6.04.2020)

Руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Алукер Н. Л.

НИТ В СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И В ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТАХ

УДК 004.93

МОДУЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ СТЕНОЗОВ СОСУДОВ НА АНГИОГРАФИИ

Ангурова Д.Д.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
diana_35a35@mail.ru

Современные методы диагностики, такие как ангиография, компьютерная и магнитно-резонансная томографии порождают огромное количество изображений, которые требуют существенных временных затрат для осмотра и анализа медицинскими работниками. Методы машинного и глубокого обучения в настоящее время достаточно развиты для того, чтобы помочь специалистам в области медицинской диагностики, предоставив средства для анализа изображений, что позволит упростить работу медицинских работников и сократить процент ошибки.

Цель работы - создать модуль для определения координат стенозов сосудов на ангиографии по снимкам, для которых известно, что на них есть стеноз. От НИИ КПССЗ (г. Кемерово) был предоставлен архив изображений, где имеется 2 набора данных: изображения с отмеченной областью нахождения стеноза и без отметки (рисунок 1). Стеноз - это неестественное сужение в любом проходе тела.

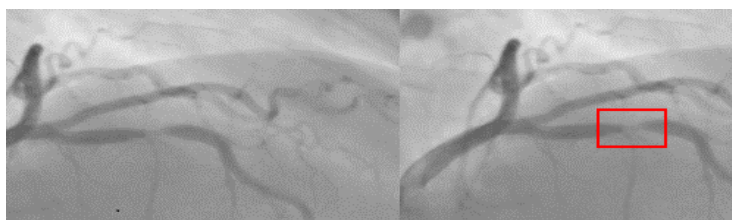


Рисунок 15. Набор данных со стенозом

Обработка изображений является двухэтапной: на первом этапе используется нейронная сеть, которая отделяет изображения, на которых есть стеноз, а второй этап, представленный в данной работе, заключается в определении положения стеноза на снимке.

Метод скользящего окна все чаще применяется для анализа различных изображений [1]. Идея метода состоит в том, что исходные изображения обрабатываются в перемещающемся с заданным шагом окне фиксированного размера, и классификация выполняется для каждого окна. Таким образом, одновременно обрабатывается не все изображение, а его небольшая подобласть.

Значительные трудности при реализации метода на основе фрагментации возникли на этапе создания обучающей и валидационной выборок, это связано с подбором варьируемых параметров, таких как размер скользящего окна, пороговое значение для классификации фрагментов изображений. Затруднения также были связаны с существенными различиями в контрастности изображений.

В таблице 1 представлены результаты тестирования следующих методов: логистическая регрессия (Logistic regression), метод опорных векторов (Support Vector Classification, SVC), деревья решений (Decision Tree Classifier, DTC) [2]. На данном этапе, тестирование методов производилось без подборки параметров, но можно сделать вывод, что метод опорных

векторов более точно классифицирует фрагменты. Тестирование проводилось методом кросс-валидации по 5 наборам, обучающий набор включал 70% от количества образцов, указанного в первом столбце, и 30% в валидационной выборке соответственно. Исходная выборка была несбалансированной, поэтому в качестве метрик качества использовались f1 и площадь под ROC-кривой. Из представленных расчетов видно, что наивысшая точность достигается для 1400 примерах (420 примеров на обучение соответственно), а далее для всех моделей наблюдается эффект переобучения, поэтому на следующем этапе работы планируется апробировать многослойную нейронную сеть на основе логистической функции активности, а также сверточную нейронную сеть.

Таблица 1. Результаты тестирования для каждой модели классификации на разном количестве фрагментов изображений

Количество, шт	F1	ROC AUC
SVC		
500	0.89	0.93
1400	0.92	0.95
2200	0.86	0.96
4000	0.89	0.97
8000	0.81	0.97
Logistic regression		
500	0.86	0.89
1400	0.86	0.91
2200	0.52	0.77
4000	0.69	0.95
8000	0.31	0.83
DTC		
500	0.86	0.85
1400	0.85	0.85
2200	0.75	0.80
4000	0.79	0.87
8000	0.61	0.84

Литература и источники

1. Antczak K., Liberadzki L., Stenosis Detection with Deep Convolutional Neural Networks // Military University of Technology, MATEC Web of Conferences 210, 04001 (2018)
2. Вьюгин В., Математические основы машинного обучения и прогнозирования / Москва: МЦНМО // 2014г. – 303с.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, Григорьева И.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.41

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СТИЛИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Коваценко И.О, Антонов А.Д

Кемеровский государственный университет

На рынке можно найти множество приложений и систем для создания контента и зачастую люди теряются в выборе того или иного решения. Существует достаточно много готовых решений, от абсолютно бесплатных с большими недостатками до дорогих с небольшими минусами, за которые придется платить. Поэтому пользователи активно ищут оптимальный вариант для создания интересующего их контента.

Существует множество систем, сервисов, различных программных решений для создания контента, но их настолько много что иногда трудно выбрать какой-то один. Исходя из доступности пользования и цены, хорошим решением будет использования веб-приложения.

Сегодня уже трудно представить интернет без набора специальных веб-приложений, позволяющих сделать жизнь человека проще и удобнее.

Таким образом, цель данной работы - создание веб-инструмента для облегченного создания контента с использованием заранее подготовленных шаблонов.

Необходимо разработать информационную систему, в которой будет возможность удобного создания и редактирования различных работ с учетом шаблонов. Для этого было принято решение хранить шаблоны и прочую информацию касательно студентов и преподавателей в базе данных и разработать веб-приложение, получающее эти данные с помощью API.

В начале работы был проведен обзор существующих решений документооборота:

- Microsoft PowerPoint
- Microsoft Word
- Scribus
- Business Card Maker

На основании обзора были составлены требования к ИС:

- Возможность автоматического создания презентации по заданной теме.
- Сбор аналитики по шаблонам, которые чаще всего используются
- Сбор аналитики по словам, которые используются чаще всего
- Сбор аналитики по средней длине текста в блоках
- Подбирать изображения под текст слайдов на основе бесплатных фотостоков
- Уменьшение шрифта на слайдах в зависимости от количества символов
- Использование ресурса glvrd.ru для анализа текста в блоках

Проведенный обзор показал, что существуют различные программные решения для корпоративного документооборота. Однако ни одна из рассмотренных систем не удовлетворяет всем определенным критериям. Поэтому было принято решение разработать свою ИС для документооборота.

ИС документооборота включает две подсистемы – базу данных и веб-приложение. Для авторизации в сервисе используется действующая информация о институтах и группах, хранящаяся в базе данных проекта. При первой авторизации пользователя, ему будет предложена возможность пройти обучение по использованию сервиса. Благодаря этой возможности новым пользователям будет проще и быстрее освоиться, а также приступить к дальнейшей работе. Все личные данные надежно шифруются внутри базы данных. После авторизации пользователю будет доступно создание новых работ и просмотра всех его работ. После успешного создания работы пользователь может её скачать. Создание новых шаблонов осуществляется тем же интерфейсом разработанного сервиса, но уполномоченными лицами - модераторами.

Основные функции ИС:

- Функции пользователя: авторизация и регистрация по логину и паролю, возможность восстановить свой пароль в случае утери, создание различных работ, отправка запроса на выделение своей работы как шаблона, просмотр всех созданных пользователем работ в системе, изменение пользовательских данных, возможность удалять и редактировать уже созданные работы.
- Функции модератора: все перечисленные функции пользователя, возможность принимать заявки на выделение работы как шаблона, возможность создавать новые шаблоны.

В качестве средств реализации для веб-приложения был выбран сервер приложений Node.js, СУБД Oracle, TypeScript, JavaScript-библиотеки React.

Веб-приложение написано на языке программирования TypeScript с помощью фреймворка ReactJS и менеджера состояний MobX.

Библиотека ReactJS была выбрана потому что есть большой рабочий опыт с этой библиотекой, этот фреймворк отлично подходит для командной разработки, строгого соблюдения UI, обладает читабельным кодом и простым в сопровождении, плюс есть декомпозиция UI элементов на компоненты.

База данных использует СУБД Oracle и написана на языке PL/SQL.

Oracle был выбран из за мощных встроенных инструментов работы с данными, а также потому, что она является не только реляционной, но и объектно-ориентированной, что позволяет вести разработку больших сервисов с декомпозицией и повторным использованием элементов. Также Oracle имеет встроенный REST API, что избавляет от сборки и настройки из нескольких программных решений разных производителей.

Архитектура системы представлена на рисунке 1 в виде диаграммы размещения в нотации UML.

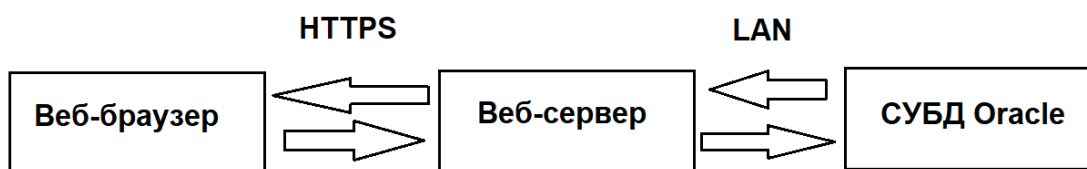


Рисунок 1. Диаграмма размещения

На данной диаграмме можно увидеть, что данные передаются с веб браузера пользователя на веб сервер приложения в виде JSON, где их принимает REST API, который вызывает процедуры базы данных и отдает ответ в виде JSON обратно пользователю. Всё это разрабатывалось по концепции stateless.

На данный момент ведется разработка веб-приложения. В веб-приложении реализованы: экран авторизации, экран регистрации, экран восстановления пароля, главный экран, экраны создания визиток, презентаций и буклетов, экран просмотра всех работ пользователя, экран редактирования пользовательской информации, Реализованы REST-API сервисы, прописана бизнес логика в базе данных, сервис для отправки аналитики, сервис для рендера работ в формате PDF, сервис для навигации по веб приложению, сервис для хранения информации о пользователе и сохранении авторизации в локальном хранилище, реализованы методы для работы с работами и авторизацией пользователя через REST-API сервис.

Научный руководитель – доктор. техн. наук, доцент, профессор кафедры ЮНЕСКО по ИВТ, Степанов Ю.А, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 62-97/-98

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ

Баранова В.Д., Рябчевская С.С., Мухаметжанов С.А.

ФГБОУ ВО «Томский политехнический университет»

ssr9@tpu.ru, sam35@tpu.ru, vdb9@tpu.ru

В настоящее время вопросы изучения надежности технологических машин приобретают всё большую актуальность. Это связано с тем, что в стремлении расширить технологические возможности технических систем и наделить их новыми (дополнительными функциями)

приводит к увеличению вероятности значительных последствий при выходе их из строя. Одной из причин, лежащей в основе преждевременного отказа системы является вибрация, как следствие выполнения различных технологических процессов, например, обработки материалов, выполнения дорожно-строительных работ и т.д.

Таким образом, актуальность работ, проводимых в данном направлении, например, в аспекте металлообрабатывающего оборудования, рассматривается с нескольких сторон [1]:

- с точки зрения обеспечения эффективности и безопасности использования технологического оборудования, которая связана с надежностью технологических систем. Со временем детали конструкции и привода технологических машин под действием процессов старения изнашиваются, в связи с чем возникают задачи диагностики технологических машин методами технического контроля, в частности вибродиагностикой [1-3];
- с точки зрения применения и развития методов, направленных на снижения уровня вибрации, разделенных условно на:
 - технологические, заключающиеся в оптимизация геометрии режущего инструмента или в варьировании технологических режимов (режимов резания) [4];
 - конструкционные, направленные на повышение жесткостных свойств элементов, введением в конструкцию дополнительных элементов, и демпфирующих свойств технологических систем, за счет применения виброгасителей (ударных, динамических и др.) [5, 6].

Помимо вредных свойств вибрации, она широко применяется для реализации в технологически процессах, например, виброшлифование, вибротранспортирование, сейсморазведка и др. [7]. В данном случае тоже стоит задача исследование параметров вибрации, в частности на физических моделях проектируемых машин для создания эффективных конструкций.

При этом, как в первом, так и во втором случае требуется производить измерение и фиксацию вибрационных параметров: виброперемещения, виброскорости либо виброускорения. Для этого необходимо применения диагностических приборов, устройств, комплексов. Последние обладают более широким спектром функций.

В Томском политехническом университете также ведется работа по исследованию вибрации, ее влияния на надежность деталей и механизмов технологически машин, а также параметров ее генерирования для создания более эффективных машин, работающих на «полезной» вибрации. В данном аспекте разработана информационно-измерительная система на базе гидравлического привода [8], который предназначен для возбуждения гармонической вибрационной нагрузки с возможностью ее регулирования подачей аксиально-поршневого насосов определенном частотном диапазоне $\omega_{\min} \dots \omega_{\max}$.

Данная система предназначена для реализации информационно-измерительной технологии, направленной на регистрацию и обработку параметров вибрации мобильным диагностическим комплексом «Виброрегистратор» в составе [9]:

- прибор К-5101, внесенный в реестр систем измерений РФ;
- ноутбук с установленным специальным программно-математическим обеспечением «Виброрегистратор-М2» (модернизированным) на базе NI LabVIEW (производства компании ВИТЭК, г. Санкт-Петербург – Томск, Россия) [10];
- пьезоэлектрические акселерометры – 4 шт.

Перед проведением испытаний на объект 4 устанавливаются датчики 5 (рис. 1), которые преобразуют механические колебания объекта в электрический сигнал. Далее сигнал поступает на виброизмерительный модуль с функцией аналогово-цифрового преобразователя.

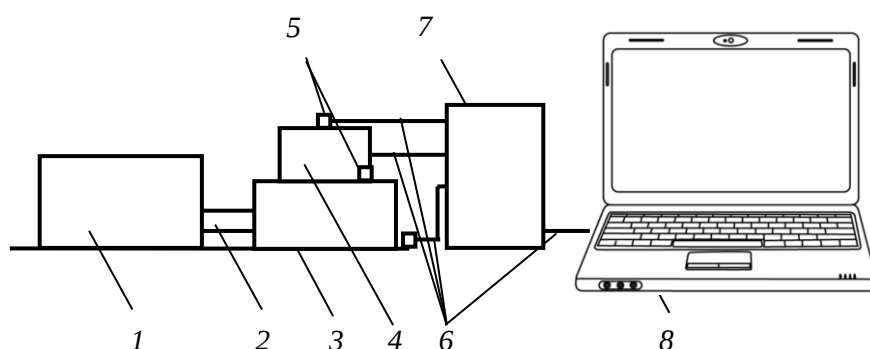


Рисунок 1. Информационно-измерительная система:
 1 – гидропривод; 2 – рукав высокого давления; 3 – платформа; 4 – объект;
 5 – датчики; 6 – информационные каналы; 7 – виброизмерительный модуль; 8 – ноутбук

Специальное программно-математическое обеспечение позволяет регистрировать параметры вибрации в табличной (табл. 1) и графической (рис. 2) формах.

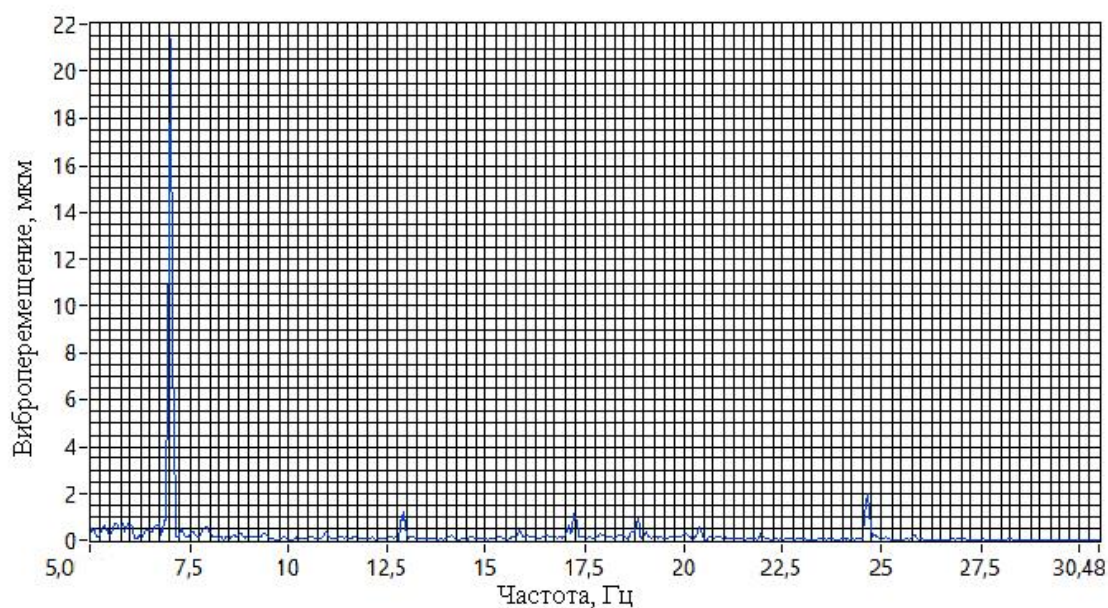
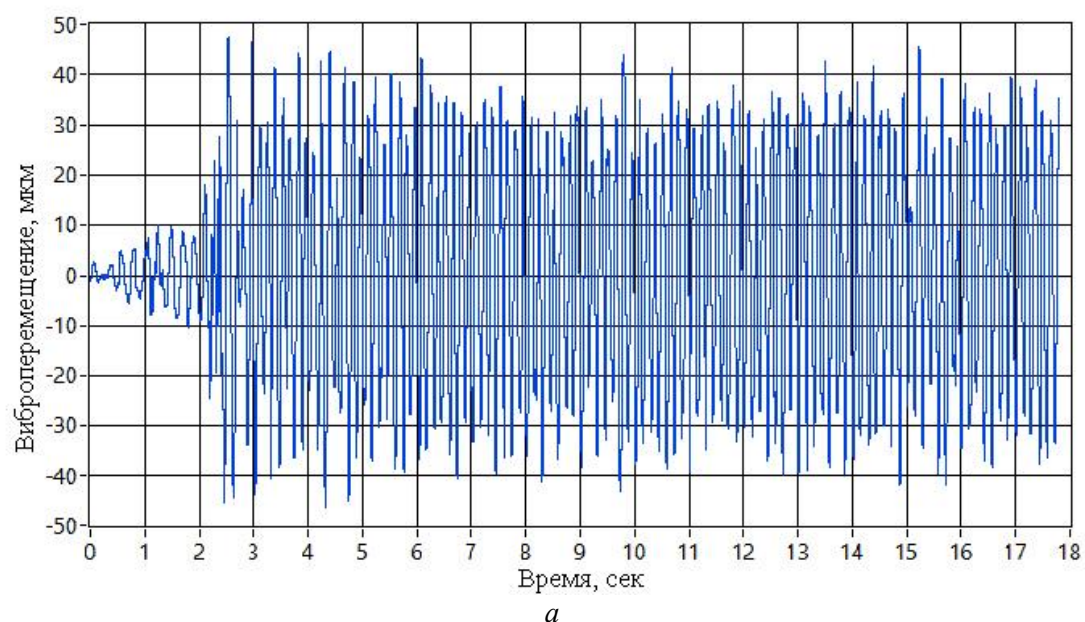


Таблица 1 – Результаты измерения виброперемещений объекта

Канал	Тип	Пик	СКЗ	Мощность
1	Перемещение, мкм	46,846559	17,506468	254754,164142
2	Перемещение, мкм	19,360543	6,978932	5653,700604
3	Перемещение, мкм	44,287311	16,778636	230073,662887
4	Перемещение, мкм	28,484660	6,925081	5372,591445

Учитывая то, что работу по разработке плана эксперимента, настройки стенда и программного обеспечения, а также проведения испытаний выполняют студенты в основном самостоятельно, можно говорить о применении информационно-измерительной технологии в учебных целях для привития и развития навыков по вибродиагностике.

Литература и источники

1. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. Диагностика технологических систем: учебное пособие в 2 частях. Часть 1. – Томск: Издательство, 2013. – 120 с.
2. Nizhegorodov A.I., Gavrilin A.N., Moyzes B.B. Hydraulic power of vibration test stand with vibration generator based on switching device // Key Engineering Materials. – 2016. – Vol. 685. – P. 320-324.
3. Nizhegorodov A., Gavrilin A., Moyzes B., Ditenberg I., Zharkevich O., Zhetessova G., Muravyov O., Bets M. Stand for dynamic tests of technical products in the mode of amplitude-frequency modulation with hydrostatic vibratory drive // Journal of Vibroengineering. – 2016. – V. 18. No 6. – P. 3734-3742.
4. Иванов С.Е., Гаврилин А.Н., Козырев А.Н., Мойзес Б.Б. Повышение эффективности фрезерной обработки путём снижения ударно-вибрационных нагрузок // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 77-81.
5. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 82-87.
6. Пат. 2340811 Российская Федерация, МПК7 F 16 F 15/023. Гидропневматический амортизатор с безинерционным гасителем / Крауиньш П.Я., Смайлов С.А., Иоппа А.В., Кувшинов К.А., Супрунов А.Ю., Дерюшева В.Н.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Томский политехнический университет. – № 2007121275/11; заявл. 06.06.07; опубл. 10.12.2008, Бюл. №34. – 5 с.: ил.
7. Gavrilin A.N., Chuprin E.A., Moyzes B.B., Halabuzar E.A. Land-based sources of seismic signals // Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2014 – 2014. – 6986947.
8. Кириллова В.И., Мойзес Б.Б., Гаврилин А.Н., Сун Ш., Алимбаев С.Т. Развитие информационно-измерительных систем в аспекте вибродиагностики гидроприводов // В сборнике трудов Международной научно-практической конференции: в 7 частях: Интеграция науки, образования и производства – основа реализации плана нации (Сагиновские чтения № 10). – Караганда: Изд-во Карагандинского государственного технического университета, 2018. – С. 230-232.
9. Gavrilin A., Moyzes B., Cherkasov A., Mel'nov K., Zhang, X. Mobile Complex for Rapid Diagnosis of the Technological System Elements // MATEC Web of Conferences. – 2016. – V. 79. – 01078.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614049. Виброрегистратор-М2 / Гаврилин А.Н., Серябряков К.В., Мельнов К.В., Хайруллин А.Р., Мойзес Б.Б. Заявка №2017611112, дата регистрации 05.04.2017.

УДК 004.55

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДОСТУПА К ЭЛЕКТРОННОМУ КАТАЛОГУ МАУК «МИБС»

Вальков В.В., Потягайло В.В., Талягин Н.А.

Кемеровский государственный университет

vyvalkov@yandex.ru, vpotyagaylo@mail.ru, talyagin42@gmail.com

Мобильные и ИТ-технологии развиваются с невероятной скоростью, а новые сервисы и приложения для них ежедневно входят в нашу жизнь. Но несмотря на стремительный переход на цифровые ресурсы, печатный фонд городских библиотек все еще пользуется популярностью у большого круга населения. Поэтому интересной и актуальной задачей является применение современных ИТ-решений для предоставления доступа к информационным ресурсам библиотек, таким как Кемеровская Муниципальная информационно-библиотечная система (МИБС), состоящая из 26 филиалов. Таким образом, целью данной работы является создание мобильного приложения, позволяющего читателям выполнять поиск и бронирование любой книги, находящейся в филиалах фонда МИБС.

Перед разработкой мобильного приложения был проведен обзор существующих аналогичных или похожих приложений:

- Livelib.ru;
- Handy Library;
- Моя библиотека.

Целью обзора было изучение функциональности, дизайна и особенностей реализации приложений. На основании обзора, а также пожеланий заказчика были сформированы требования к мобильному приложению для МИБС. Оно должно уметь выполнять следующие действия:

- производить поиск литературы по параметрам, соответствующим возможностям поиска на сайте электронного каталога МИБС;
- производить упрощенный поиск «одной строкой»;
- осуществлять авторизацию в личном кабинете с предоставлением дополнительных возможностей по работе с экземплярами книг;
- осуществлять бронирование книг для последующего получения экземпляра;
- предоставлять доступ к электронным полнотекстовым версиям;
- отображать на карте филиалы библиотек.

На диаграммах последовательности действий в нотации UML (рисунок 1 и 2) показан процесс работы пользователя с мобильным приложением. Пользователь запускает мобильное приложение, задает параметры для поиска и Post-запрос с параметрами отправляется на сайт МИБС по адресу <http://catalog.kembibl.ru>. Сайт возвращает ответ в виде XML – файла, содержащий список найденных книг. Ответ разбирается написанным на java парсером, и список книг отображается на экране пользователя. Пользователь выбирает кликом заинтересовавшую его книгу, в результате мобильное приложение отправляет Get-запрос на сайт МИБС для данной книги. Поисковая система сайта возвращает дополнительную информацию по изданию, которая в виде HTML-страницы возвращается в приложение. Перед отображением на экране, приложение разбирает полученный ответ и форматирует визуальный вывод.

Для входа в личный кабинет пользователь вводит логин и пароль, который он получил при регистрации в библиотечной сети МИБС (данные можно найти на читательском билете).

На сайт МИБС отправляется Post-запрос, который возвращает ответ в виде HTML-страницы. Страница разбирается парсером, данные личного кабинета отображаются пользователю. Чтобы работать с личным кабинетом из мобильного приложения, необходимо в запросах в поле Headers передавать cookie, который был создан на сайте в момент авторизации, т.к. сайт все же первичен, а мобильное приложение использует его сервисы. Для бронирования книг в параметрах Post-запроса также требуется передать специальные токены безопасности для бронирования. Также пользователь может посмотреть библиотеку на карте.

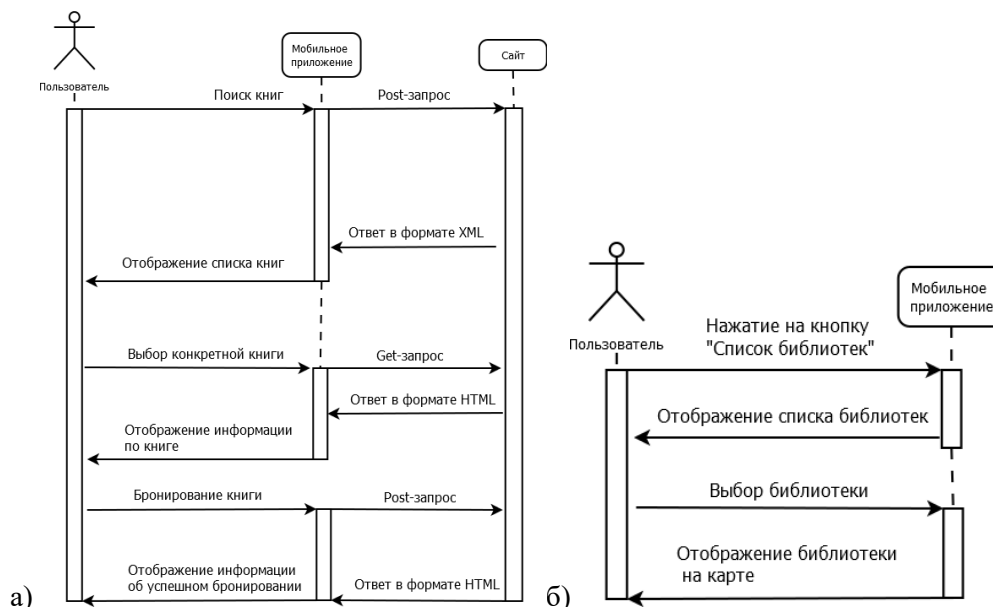


Рисунок 1. а) Диаграмма последовательности. Поиск книг и бронирование; б) Диаграмма последовательности. Просмотр библиотеки на карте

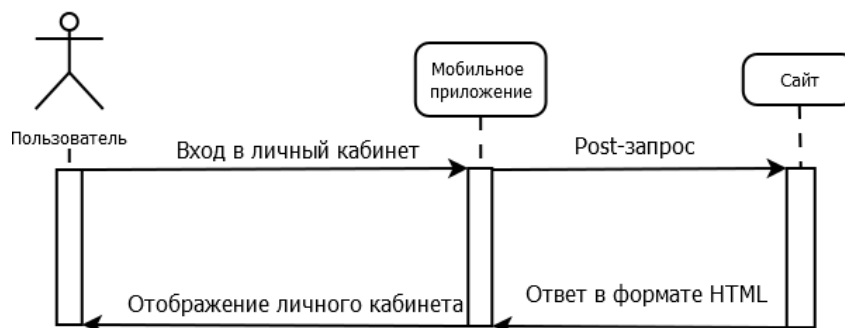


Рисунок 2. Диаграмма последовательности. Авторизация

На основе требований для реализации мобильного приложения была выбрана IDE Android Studio версии 3.3. Вся логика написана на языке программирования Java, а визуальная составляющая на языке разметки xml. Дополнительно использовался подключаемый модуль apache.httpcomponents.httpclient:4.2.1, модуль jsoup:1.12.1 для парсинга HTML-страниц, подключаемый модуль volley:1.1.0 для быстрой обработки Get-запросов. Для реализации функции авторизации использовалась локальная база данных для хранения cookie.

Также была реализована кроссплатформенная версия мобильного приложения на фреймворке React Native версии 0.61. В качестве языка программирования применялся JavaScript в связке с Node.js, а верстка макетов была произведена при помощи пакета styled-components. Отладка приложения выполнялась на физическом устройстве с ОС Андроид. Для запросов к сайту использовалась стандартная функция fetch с последующим разбором данных с помощью регулярных выражений, практически не уступающих по скорости работы

специальным библиотекам. При реализации авторизации использовалось сохранение cookie (функция fetch с атрибутом credentials) в приложении в специальном локальном хранилище Async Storage.

На данный момент реализованы все требуемые функции мобильного приложения:

- поиск книг по полям запроса и поиск одной строкой;
- просмотр полнотекстовой копии;
- авторизация в личном кабинете;
- бронирование книг;
- добавление книг в избранное;
- просмотр филиалов на карте;
- смена темы (react native).

Скриншоты реализации приложения на языке Java (Android Studio)

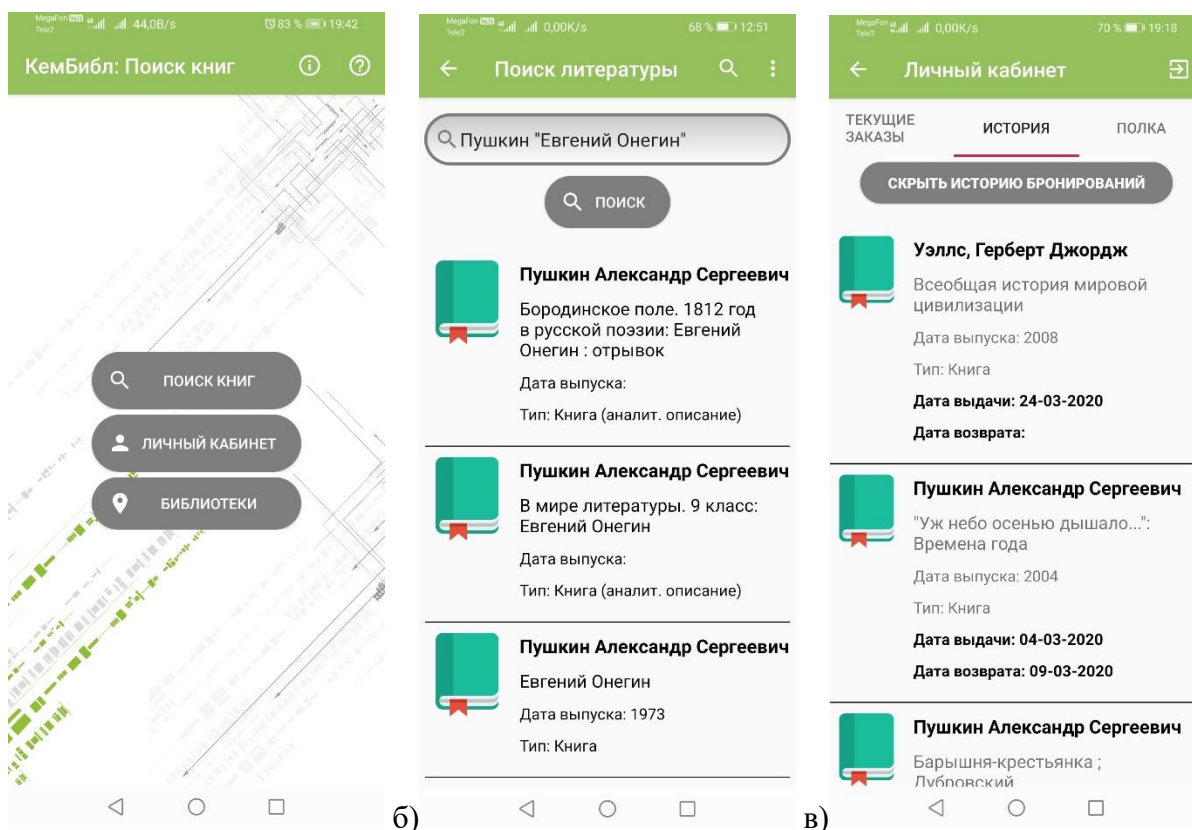


Рисунок 3. а) главная страница; б) результаты поиска; в) личный кабинет – история бронирований
Скриншоты реализации приложения на языке JavaScript (React Native, Node.js)

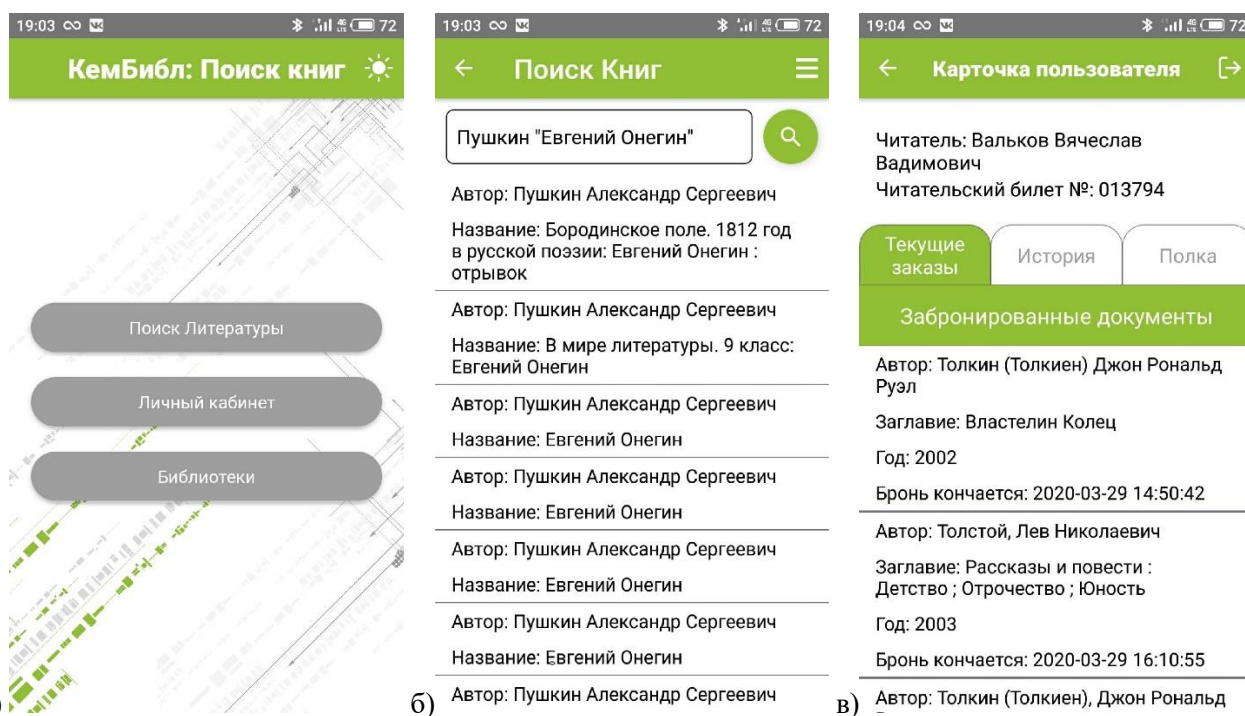


Рисунок 4. а) главная страница; б) результаты поиска; в) личный кабинет- забронированные документы

На данный момент приложения отправлены сотрудникам библиотеки на закрытое бета-тестирование. После тестирования приложения будут размещены в google play.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук С.Н. Карабцев, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 004.41

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УДОБНОГО ДОСТУПА К УСЛУГАМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОВЗ

Воробьев Н.А., Ефимова А.М.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

worik42@yandex.ru, mart_75@list.ru

В настоящее время существует малое количество мобильных приложений, отображающих информацию для людей с ОВЗ на территории России. Имеющиеся карты и портал “Доступная среда” [1] и “Учимся жить вместе” [2] не предоставляют актуальную информацию о проводимых мероприятиях на территории России. Например, в городе Кемерово вовсе отсутствуют данные об организационных событиях, которые упоминаются на сайте Лабиринт42 [3]. Ранее картографическая компания 2ГИС предоставляла дополнительный слой для некоторых городов России, однако, на данный момент данного дополнения не существует. В рамках проекта “Доступная среда” на сайте “Жить вместе” представлена карта с некоторыми организациями.

“Карта доступности” на сайте “Карта доступности” имеет удобное обращение к организациям, предоставляющим услуги для людей с ОВЗ: при ознакомлении с объектом, появляется информация об “элементах безбарьерной среды” для уточнения, какие именно виды услуг и особенностей могут быть предоставлены человеку.

Отсюда можно сделать вывод об актуальности минимизации информационного неравенства для людей с ОВЗ.

Цель предлагаемой работы – создание мобильного приложения для организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ, восполняющие недостатки ранее упомянутых платформ.

Анализ доступных программно-информационных решений, предоставляемых мобильными приложениями (Access Earth; WheelMate; Wheelmap; Карта Доступности; Доступная Югра), показал, что лишь одно из них (Карта Доступности) содержит более подробное описание объектов и организаций на карте в сравнении с остальными платформами. Однако, оно не включает в свои функции отображение каких-либо мероприятий в городе для людей с ОВЗ.

На основе вышеперечисленных реализаций созданы следующие требования к функциональности мобильного приложения:

- авторизация пользователя;
- регистрация пользователя с включением полей для уточнения его мобильного положения;
- карта с отображением меток организаций и объектов;
- отображение мероприятий;
- форма для создания организации или объекта на карте;
- возможность отправлять или принимать заявку на участи в мероприятии;

Структурно разрабатываемое мобильное приложение представляет собой комплекс серверной части по принципу клиент-серверной архитектуры с использованием СУБД и мобильного клиента на устройстве с операционной системой Android.

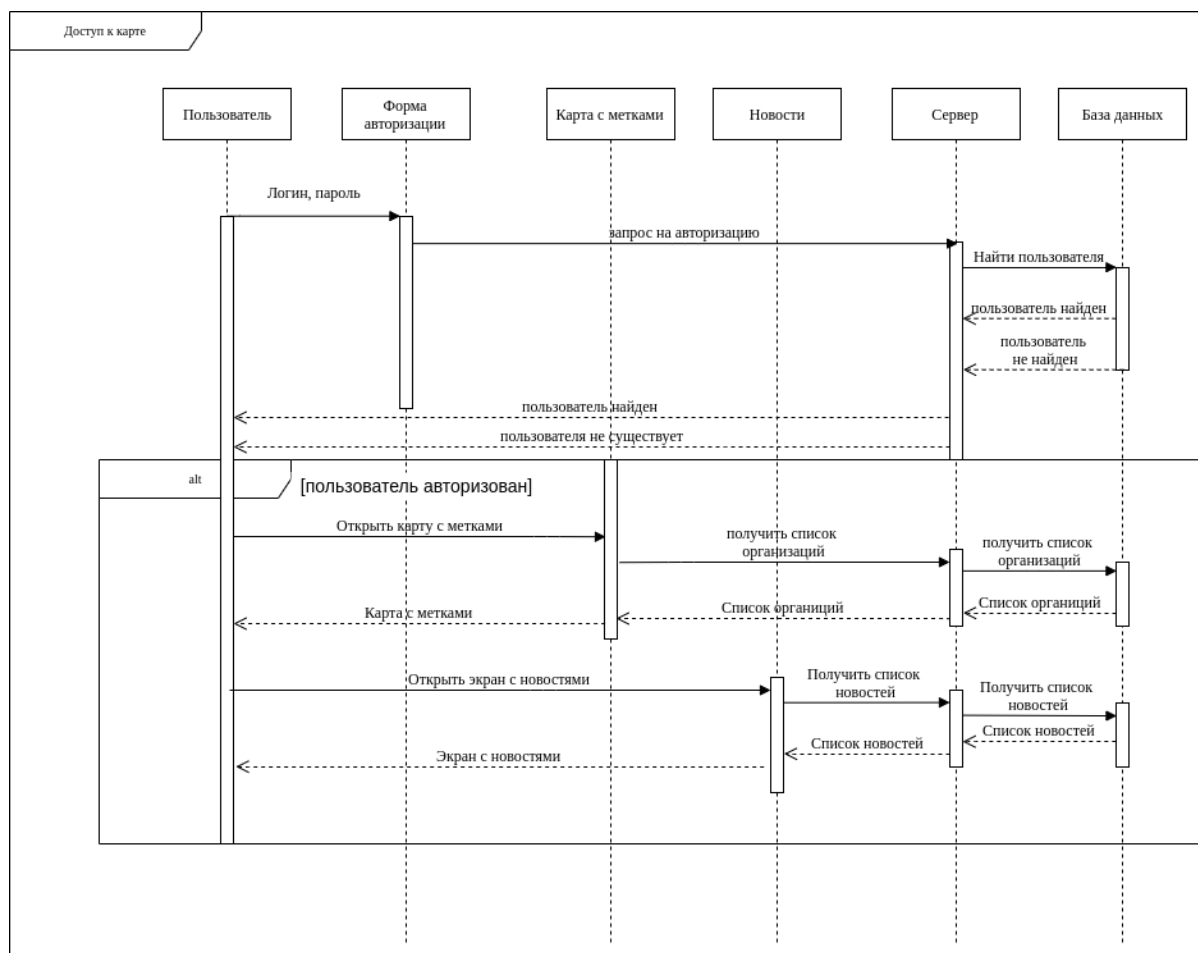


Рисунок 1. Диаграмма последовательности

Клиент-серверная архитектура отвечает требованию использования разных клиентов, что позволяет не привязываться к конкретному источнику запроса. Есть общая RESTful API, которая может быть использована под любой платформой, поддерживающей HTTP.

В рамках проектирования системы была разработана модель приложения. Пример одной из частей приведен на рис. 1, где представлена диаграмма последовательности. Пользователь вводит логин и пароль в форму авторизации, затем отправляется запрос на сервер, если пользователь смог авторизоваться, то в ответе будет содержаться токен, являющийся ключом, без которого нельзя будет сделать запрос на последующие запросы приложения. Если возникла какая-то ошибка, то в ответе будет соответствующая ошибка. Если пользователь авторизован, то он сможет перейти на следующие экраны.

На основе описания предметной области была спроектирована инфологическая модель [4] БД (рис. 2). Она отображает связи сущностей – основных конструктивных элементов (организация, ее координаты, событие и профиль пользователя).

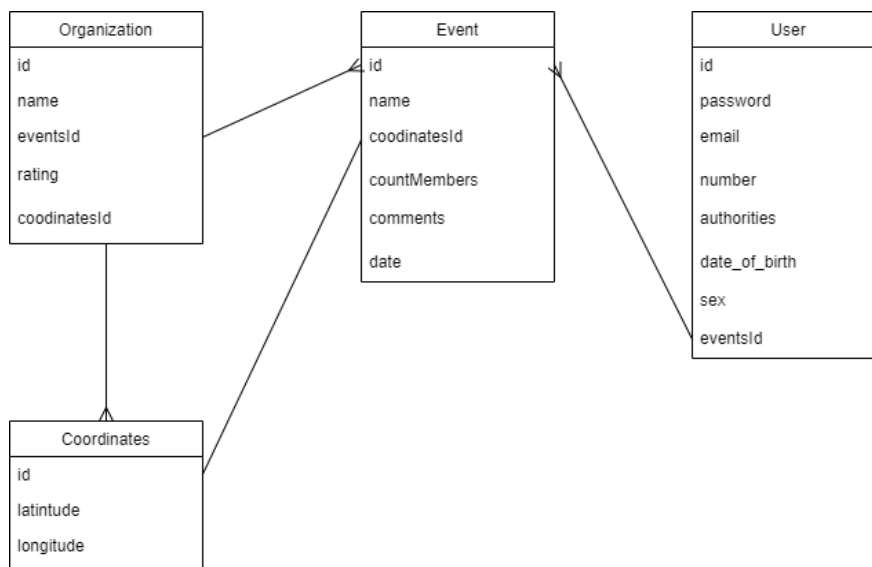


Рисунок 2. Инфологическая схема базы данных

Для написания серверной части логики используется сервер приложений Spring Boot [5] по шаблону MVC (Model-View-Controller, модель-отображение-контроллер) [6]. Модель объединяет данные, состоящие из POJO (Java-объектов); отображение отвечает за вид данных; контроллер обрабатывает запросы.

Мобильное приложение основано на архитектуре VIPER (View, Interactor, Presenter, Entity, Router, отображение, проводник, логика отображения, преобразование данных, перенаправление данных) [7].

На текущий момент проект находится на стадии разработки. Развернут сервер приложений, частично реализована серверная логика. Приложение готовится к выпуску в Google Play Market.

Литература и источники

1. Карта Доступности: сайт. – URL: <http://www.kartadostupnosti.ru/> (дата обращения: 13.04.2020). – Текст: электронный
2. КАРТА ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ: сайт. – URL: <http://zhit-vmeste.ru/map/> (дата обращения: 13.04.2020). – Текст: электронный
3. Лабиринт42: сайт. – URL: <https://labirint42.ru/organizacii-goroda-kemerovo> (дата обращения: 13.04.2020). – Текст: электронный

4. Лекция 7: Инфологическое моделирование: сайт. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/1001/297/lecture/7411?page=1/> (дата обращения: 14.04.2020). – Текст: электронный
5. Spring Boot: сайт. – URL: <https://spring.io/projects/spring-boot> (дата обращения: 26.02.2020). – Текст: электронный.
6. Spring MVC — основные принципы: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/post/336816/> (дата обращения: 14.04.2020). – Текст: электронный.
7. Android VIPER на реактивной тяге: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/company/rambler-co/blog/277003/> (дата обращения: 14.04.2020). – Текст: электронный.

Научный руководитель – доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры ЮНЕСКО по ИВТ Гудов А.М., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.55

СЕРВИСЫ МУЛЬТИПОСТИНГА

Е. Г. Юлдашев, П. С. Гашиков

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Stark2033@gmail.com, zapadnayarus@gmail.com

В нынешнее время трудно значение социальных сетей очень велико. С их помощью люди научились общаться и знакомиться друг с другом на больших расстояниях. Также с помощью социальных сетей можно обмениваться новостями и другим медиа контентом.

Социальная сеть — онлайн-платформа, которую люди используют для общения, создания социальных отношений с другими людьми, которые имеют схожие интересы или офлайн-связи.

Мультипостинг – это функция, которая позволяет создавать несколько сообщений в посте [1].

В современный век интернета актуальность мультипостинга трудно переоценить. Так как сейчас люди используют сразу большое количество социальных сетей, то приложение для мультипостинга поможет не потерять важную информацию и так же распространить ее сразу в несколько социальных сетей и из любой точки мира, где бы вы не находились, что хорошо экономит время [2].

В процессе разработки приложения были рассмотрены такие социальные сети, как: Вконтакте, Одноклассники, Facebook, Instagram. Был определен функционал для каждой из соц. сетей и требования для получения API.

В рамках работы был проведен обзор наиболее популярных сервисов мультипостинга, определены характеристики приложений, среди которых NovaPress, Publisher, SMM Planner, SMM Aero, SMM Vox, Kuku.io, Publbox, Postmypost. В таблице 1 приведены варианты использования приложений для различных соц.сетей.

Таблица 1. Сервисы мультипостинга

Характеристика Сервисы	Цена	Веб верс ия	Моб. прило жение	Отложе нный постинг	VK	FB	Медиа- план	Стати стика
Postmypost	от 450 рублей за 5 страниц.	+	-	+	+	+	+	+
Publbox	Примерно 540 рублей за 10 страниц.	+	+	+	+	+	+	+

Амплифер	около 300 рублей за ведение одной страницы. Бесплатный период — 2 недели.	+	-	-	+	+	+	+
Kuku.io	от 400 рублей в месяц за 5 аккаунтов соцсетей	+	+	+	+	+	+	+
SMM Box	ведение 5 групп — 300 рублей в месяц	+	-	-	+	+	+	+
SMM Aero	от 300 рублей: за эти деньги можно вести по одной странице в каждой соцсети	+	-	+	+	+	+	+
SMM Planner	от 450 рублей за 5 страниц	+	-	+	+	+	+	-
NovaPress Publisher	от 350 рублей за 1 проект	+	-	+	+	+	+	-

Был проведен обзор средств реализации. Ключевым критерием было – разработка приложения под операционные системы Android и IOS. Были изучены такие средства как: JAVA, Kotlin, Swift и React-Native. В рамках данной работы был выбран React-Native. Результат приведен в таблице 2.

Таблица 2. Средства реализации сервисов мультипостинга

Характеристики Реализации	Быстр ая реали зация	Появле ние ошибо к	Масшта бируем ость	Обуча емость	Необходи мость проприета рного оборудова ния	Связь с произво дителем	Поддерж ка коммьюн ити
1. JAVA (Android)	2	- \ +	+	2	-	+ \ -	+
2. Kotlin (Android)	3	- \ +	+	3	-	- \ +	+
3. Swift (iOS)	4	- \ +	+ \ -	4	+	+	- \ +
4. React-Native (Android/iOS)	1	+ \ -	+ \ -	1	(- \ +)	+	+

В рамках работы был реализован прототип приложения, позволяющего проводить мультипостинг в выбранные социальные сети:

- описаны пакеты и классы приложения;
- написана программная реализация аутентификации в Vkontakte, Facebook, Instagram;
- реализовано меню приложения (в виде таб-бара или шторки).

Функциональность приложения включает в себя:

- написание поста;
- возможность редактирования отложенных постов;
- просмотр отложенных постов;
- удаление отложенных постов из системы;
- адаптирование контента введенного пользователем под ограничения соц. сетей;
- обработка исключений и ошибок;
- выход из аккаунтов соц. сетей;

Литература и источники

1. Профессиональный сервис автопостинга для SMM-агентств и специалистов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://postmypost.ru/>
2. 9 лучших сервисов для автопостинга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://netology.ru/blog/best-autoposting>
Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук Т. С. Рейн, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.75:004.92:004.046

ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ГИДРОДИНАМИКИ

Городилов Д.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
dealenx@gmail.com

Развитие вычислительной гидродинамики связано с проведением сложных экспериментов. Для этого требуются мощные вычислительные кластеры, а результатами таких экспериментов являются большие массивы численных данных. В таких исследованиях важна автоматизация в управлении расчетными задачами и удаленная визуализация данных. Обработка данных на локальном устройстве (под этим понимается компьютер с низкими вычислительными ресурсами) может быть затруднительной и занимать недопустимое для исследований время [1].

Для решения таких проблем, связанных с обработкой и хранением больших массивов данных, за последние 10 лет активно развиваются облачные технологии. С точки зрения пользователя, это среда, скрывающая все технические и программные детали [2].

Так или иначе, понятие «облачные вычисления» означает, что хранение и обработка данных осуществляются не на стороне пользователя, а на стороне сервера. Применительно к различным аспектам облачных вычислений акцент можно делать либо на обработке, либо на хранении данных и организации доступа к ним. В таком подходе исследователи могут сосредоточиться только на выполнении численного моделирования.

Целью данной работы является создание веб-ориентированной платформы облачных вычислений на основе существующих решений в задачах гидродинамики.

Облачные вычисления по модели SaaS в задачах гидродинамики

Существует три основных модели облачных вычислений: IaaS, PaaS и SaaS [3]. Модель SaaS сокращенно означает «программное обеспечение как услуга». При работе с этой моделью для пользователей не нужно беспокоиться о поддержке сервиса или управлении базовой инфраструктурой, и можно полностью сконцентрироваться на использовании определенного программного обеспечения.

Разработка платформы под задачи гидродинамики является нетривиальной задачей, особенно разработка такой программной реализации, которая могла бы быть масштабируемой. Существуют платформы, которые специализированы под задачи гидродинамики, такие как: SimScale, ScaleX Platform, CONSELF и HPCCloud [4].

Для выбора платформы важно было рассмотреть возможности, которые бы удовлетворили поставленным задачам. Можно выделить следующие основные критерии: платформа является открыто-разрабатываемой, включает документацию и имеет архитектуру для расширения функциональности. Можно сказать, что перечисленные выше продукты являются закрыто-разрабатываемыми, кроме платформы HPCCloud от компании Kitware, проекты которой развиваются открыто-разрабатываемо.

Платформа HPCCloud

HPCCloud — это платформа с открытым исходным кодом, которая реализует интерактивную веб-среду для управления расчетными задачами и визуализации данных [4]. Она позволяет пользователю создавать расчетные задачи для моделирования, начиная с введения параметров и заканчивая последующей постобработкой.

Для запуска задач создаются проекты, в которых запускаемые расчеты можно группировать по выбранному пакету (напр., OpenFoam) или по начальным данным: по коэффициентам, геометрии сетки и т.п.

Процессор моделирования, как правило, выполняется на вычислительном ресурсе, поэтому платформа осуществляет взаимодействия по протоколу SSH с вычислительными кластерами, либо с облачными технологиями Amazon Elastic Compute Cloud (EC2).

Платформа разрабатывается на фреймворке Girder [5], который предназначен для управления данными и предоставления доступа к ним. Модульность фреймворка включает возможность интеграции различных модулей (Plugins), поэтому основные функции платформы разделены на независимые модули, которые предоставляются, как отдельные пакеты на языке Python (см. рис. 1).

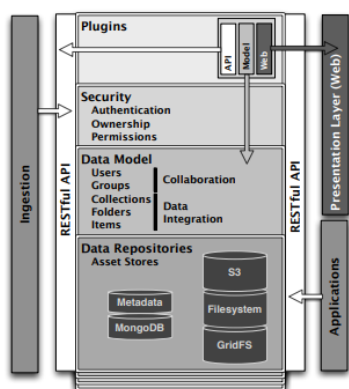


Рисунок 1. Архитектура Girder

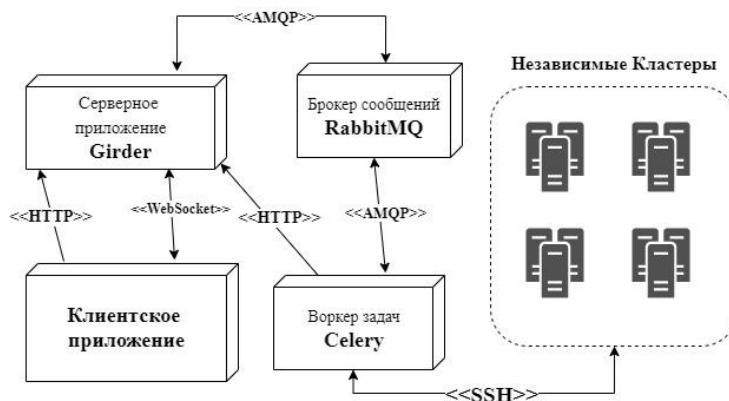


Рисунок 2. Архитектура HPCCloud

Архитектуру HPCCloud можно разделить на разные части (см. рис. 2). Основной частью является серверное приложение на Girder, которое отвечает за хранение данных и мониторинг выполнения расчётных задач. Клиентское приложение реализует пользовательский интерфейс

платформы и взаимодействие с сервером по протоколам HTTP и WebSocket [6]. Брокер сообщений RabbitMQ и воркер задач Celery выполняют асинхронные и трудоемкие запросы на вычислительный кластер [7].

Разработка и запуск расчетных задач на вычислительном кластере КемГУ

Платформа включает в себя множество различных компонентов. Качественный запуск всей платформы «вручную» - задача нетривиальная, так как каждый компонент зависит один от другого, поэтому развёртывание осуществляется через программное обеспечение Docker, которое синхронно запускает по конфигурации каждый компонент в отдельно взятых виртуальных контейнерах.

Таким образом, разработчиками была подготовлена Docker-конфигурация, запускающая исходный код платформы HPCCloud. Главным недостатком данной конфигурации являлось то, что предназначена только для запуска так называемой production-версии проекта, поэтому необходимо было изучить все важные инструкции развёртывания и создать новую конфигурацию для разработки, исходный код которой выложен на Github [8].

Как говорилось ранее, в каждом созданном проекте настраивается расчетный пакет и для запуска задач на нем реализуются автоматизирующие процессы, в терминологии разработчиков они называются *simulation workflows* – поток работ или процессы моделирования. В зависимости от выбранных параметров расчетной задачи в клиентской части генерируются данные файлов, которые будут загружены и запущены на вычислительном кластере.

Разработчики платформы не могли предусмотреть все возможные конфигурации для запуска задач на вычислительных ресурсах, поэтому, например, шаблоны для системы управления PBS Torque необходимо изменить под специфику вычислительного кластера. Под шаблоном понимаются команды, необходимые для запуска задачи для конкретного вычислительного кластера.

Подобным образом, эти шаблоны были изменены в исходном коде платформы, чтобы расчетные задачи успешно запускались и выполнялись на вычислительном кластере КемГУ. На рисунках 3 и 4 приведены примеры запуска расчетной задачи пакета OpenFoam о движении жидкости в каверне.

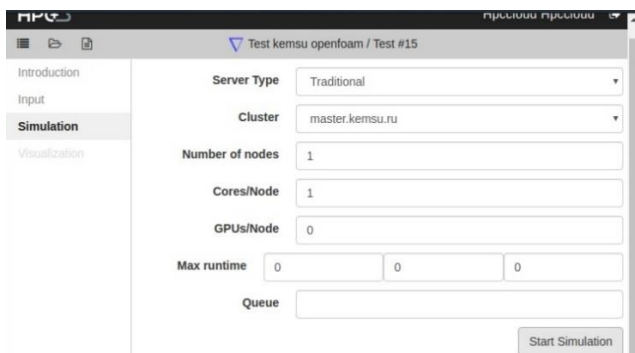


Рисунок 3. Подготовка запуска расчетной задачи на вычислительном кластере

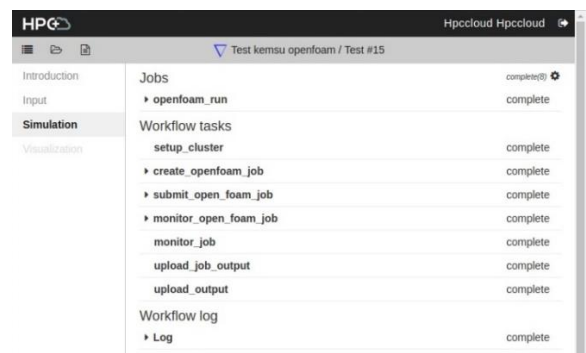


Рисунок 4. Мониторинг выполнения расчетной задачи

Также стоит отметить, что разработчики в основном тестировали платформу расчетными задачами пакета PyFR, поэтому все процессы моделирования запускаются успешно только для этого пакета. Поддержка пакета OpenFoam не реализована в полной мере, особенно для процессов удаленной визуализации.

Заключение

Прделанная работа имеет в основном исследовательский характер, в ходе которой был проведен обзор существующих веб-платформ облачных вычислений в задачах

гидродинамики, а также проверены возможности платформы HPCCloud, в конечном итоге выбранной для разработки из существующих вариантов.

Можно сделать вывод, что не существует открытых и свободных платформ, в которых в полной мере были бы реализованы необходимые узкоспециализированные инструменты. Поэтому остается актуальным изучение и улучшение таких программных средств, которые бы реализовывали доступную интерактивную веб-среду для проведения исследований.

Литература и источники

1. Ненаженко Д.В. Удаленная визуализация больших объемов данных / Д.В. Ненаженко, Г.И. Радченко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика». Т 4, вып.1,-2015. -С. 21-32.
2. Денисов Д.В. Перспективы развития облачных вычислений / Денисов Д.В. – М.: Московский финансово-промышленный университет "Синергия" Прикладная информатика № 5 (23) 2009, 2009.
3. Amazon Web Services: Что такое облачные вычисления? [Электронный ресурс]. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is-cloud-computing/> (дата обращения 11.04.2020).
4. Documentation HPCCloud. Kitware Inc [Электронный ресурс]. URL: <https://kitware.github.io/HPCCloud/docs> (дата обращения 11.04.2020).
5. Documentation Girder: a data management platform. Kitware Inc [Электронный ресурс]. URL: <https://girder.readthedocs.io/> (дата обращения 11.04.2020).
6. O’Leary P. HPCCloud: A Cloud/Web-Based Simulation Environment / P. O’Leary, M. Christon, S. Jourdain, C. Harris, M. Berndt, A. Bauer – 2015 IEEE 7th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom) – 2015. – 10 P.
7. O’Leary P. HPCCloud: Dynamic Provisioning and Execution of HPC Workflows Using Python / P. O’Leary, C. Harris, M. Grauer, A. Chaudhary, – 2016 6th Workshop on Python for High-Performance and Scientific Computing (PyHPC)– 2016. – 10 P.
8. dealenx/ hpccloud-kemsu. Docker compose infrastructure for development HPCCloud [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/dealenx/hpccloud-kemsu> (дата обращения 12.04.2019).

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры ЮНЕСКО по ИВТ Иванов К.С., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.021+519.85

СИСТЕМА МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ

Гуров Е.С., Давзит И.П., Перевалов К.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

gurov@kemsu.ru, davzit@kemsu.ru, asmodeyold@mail.ru

Введение

В современном мире задача логистики транспортных средств является актуальной во многих отраслях, но универсального решения, подходящего под каждую из них, не существует, в связи с необходимостью изменения реализации в зависимости от области применения. Многим компаниям требуется уникальный продукт, которого нет в свободном доступе, так как решение не учитывает специфику их деятельности. В первую очередь, был разработан алгоритм, допускающий возможность интеграции дополнительных параметров, таких как учет временных окон доставки или загрузки транспортных средств. Разработанный алгоритм был представлен потенциальным заказчикам. Компании Vinmap, которая занимается управлением вывоза мусора и собирает статистику использования мусорных баков, понадобилось решить задачу построения маршрутов вывоза мусора.

Постановка задачи

Компания Vinmap предоставляет следующие данные по контейнерным площадкам (геозонам):

- Географические координаты в градусах
- Тип контейнеров (Объем баков)
- Количество контейнеров на площадке
- График вывоза (ежедневный, конкретный день, по заявке)
- Адрес (Город, район, населенный пункт, улица, дом)

Данные по автомобилям:

- Тип (мусоровоз, грузовой)
- Объем кузова
- Объем топливного бака
- Наличие RFID оборудования для считывания меток контейнеров

На основании полученных данных требуется построить маршруты вывоза мусора для машин разного типа с учетом их загруженности и путей между контейнерными площадками. В дальнейшем компании требуется учитывать временные окна (вывоз мусора в соответствии с графиком), расход топлива, пробки на дорогах.

Описание алгоритма

1. Подготовка данных
Изначально полученные данные требуют нормализации. Удаляются пустые строки и формируются таблицы с необходимой информацией для каждого этапа.
2. Формирование пунктов
Составление набора пунктов вывоза мусора, основанного на максимально возможной наполненности кузова мусоровоза от пункта выезда до места выгрузки мусора (полигона).
3. Построение матрицы расстояний
На основе пунктов вывоза мусора составляется матрица расстояний между каждым из них, используя API OSRM (Open Source Routing Machine).
4. Составление оптимального маршрута
На основе матрицы расстояний выстраивается оптимальная последовательность посещений, которая представляет собой путь, занимающий минимальное время для прохождения всех точек последовательности.

Используемые методы решения

Так как задачи 2,4 являются NP-полными (То есть, время, необходимое для решения проблемы с использованием любых известных в настоящее время алгоритмов быстро увеличивается, как размер проблемы возрастает), поэтому для них используются генетические алгоритмы. Генетический алгоритм использует механизм эволюции, который представляет собой естественный отбор. Его суть состоит в том, что более приспособленные особи имеют больше возможностей для выживания и размножения. При этом благодаря передаче генетической информации (генетическому наследованию) потомки наследуют от родителей основные их качества. Таким образом, потомки сильных индивидуумов также будут более эффективными, а их доля в общей массе особей будет возрастать. После смены нескольких десятков или сотен поколений средняя приспособленность особей данного вида заметно возрастает [1].

В генетических алгоритмах были использованы следующие операции:

1. Унифицированный кроссинговер
2. Модифицированный одноточечный кроссинговер
3. N-точечный кроссинговер

4. Элитарная селекция
5. Рулеточная селекция
6. Турнирная селекция
7. Мутация циклического сдвига
8. Обратная мутация особи
9. Мутация «2 замена»

Результаты

1. На текущем этапе выполнены следующие задачи:
2. Нормализованы полученные данные.
3. Развернут OSRM-сервер для получения матрицы расстояний между точками, изучено и применено API.
4. Составлен набор пунктов для вывоза мусора для посещения мусоровозом.
5. Сформирован маршрут посещения оптимальный по времени (например, построение маршрута для 15 пунктов составляет около 3 сек., а для 40 пунктов около 45 секунд).

Литература и источники

1. Семенов С. С., Педан А. В., Воловиков В. С., Климов И. С. Анализ трудоемкости различных алгоритмических подходов для решения задачи коммивояжера // Системы управления, связи и безопасности. - 2017. - №1. - С. 116-131.
Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры ЮНЕСКО по ИВТ, Гейдаров Н.А.

УДК 004.738.1

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ WEB ПОРТАЛОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Дементьев А.А.

Кемеровский Государственный Университет

Dementev.vir@gmail.com

Важными направлениями маркетинговой деятельности школ является прогнозирование конъюнктуры рынка, исследование потребителей, продвижение образовательных услуг.

Создание WEB портала образовательного учреждения будет способствовать осуществлению указанных направлений.

Образовательный портал – это программно – технический комплекс, ориентированный на основные субъекты рынка образовательных услуг и рынка труда, который предоставляет ее в удобной, персонализированной форме (комплекс маркетинговых и технических мер, направленных на внешний вид и контент сайта под разные категории посетителей) целевой аудитории [4].

Проблема оценки качества работы образовательного сайта и маркетинговых коммуникаций рассматривалась в трудах Ф.Ю. Вирина [1], Д. Райена, К. Джонса [3], Е.В. Исаенко [2], Е.Е. Тарасовой, Е.А Шеина [4,5] и др.

В условиях быстрого развития интернет – технологий особую важность приобретает проблема совершенствования подходов к оценке качества работы WEB порталов образовательных учреждений с целью повышения эффективности школьной деятельности.

Оценка качества работы WEB порталов образовательных учреждений может быть совершена при использовании необходимого инструментария, что обуславливает необходимость исследования методологических подходов к его оценке.

Проблема выбора критериев оценки качества работы WEB портала является дискуссионной. В литературе нет единого подхода в методике и критериям оценки качества работы образовательного портала. Одни исследователи предлагают оценивать качество на основе показателей экономической эффективности ресурса, другие – на основе посещаемости, третьи предлагают свои критерии оценки.

При принятии решений по оценке работы WEB портала с целью уменьшения времени и бюджета необходимо обладать определенным набором характеристик, показывающее их качество, и выделить важные характеристики для данного типа ресурса.

Концепция ключевых показателей эффективности KPI (Key Performance Indicators – ключевые показатели эффективности, которые помогают в достижении стратегических и тактических целей) применяется для вычленения показателей, которые позволяют интерпретировать данные о работе сайта и проанализировать изменение наиболее значимых характеристик ресурса.

Образовательный портал используется как инструмент продвижения информации о деятельности учреждения в Интернете, обеспечивает коммуникации с целевой контактной аудиторией, что обуславливает необходимость совершенствования методологических подходов к его оценке.

Существующие подходы к оценке работы сайта образовательного учреждения предлагают проводить оценку качества функционирования образовательного портала по следующим выделенным составляющим:

1. Техническая составляющая. Определенные стандарты, требования и рекомендации при разработке портала: управления содержимым сайта; отсутствие ошибок в технической реализации; скорость доступа к информации.

2. Информационная составляющая. Полнота, актуальность, достоверность представленной на WEB портале образовательного учреждения информации. Наполнение сайта информацией является важной частью разработки и успешного функционирования. Основные блоки информации: основным целевые контактные аудитории, ученики, учителя, др.; новости и анонсы мероприятий и др.

3. Функциональная составляющая. Это уровень и возможности взаимодействия участников коммуникационного процесса посредством сайта. Программные модули сайта, обеспечивающие взаимодействие сайта и пользователей, являются элементами интерактивности. К основным интерактивным элементам относятся: личный кабинет пользователя; опросы и голосования; блог и форум; форма обратной связи и др.

4. Маркетинговая составляющая. Это качество оптимизации сайта для привлечения пользователей. Оптимизация проводится в двух направлениях – работа с внешним окружением и работа с сайтом. Основной оптимизации сайта является составление ядра и SEO – копирайтинг. Сбор аналитических данных о посещаемости сайта осуществляется основными инструментами: использование модуля аналитики в системе управления содержимым, анализ log – файлов сервера, и др.

5. Удобство использования. Это удобство использования сайта и эффективность его компонентов для применения пользователями при достижении определенных целей (логичность и оптимальность структуры сайта; удобство навигации по сайту и поиска информации; доступность для людей с ограниченными физическими возможностями и др.)

6. Внешний вид. Высокие потребительские свойства и эстетические качества, обеспечивает оформление внешнего вида сайта (единство стилового оформления, подчеркивающее характер сайта: высокое качество графических элементов сайта; сбалансированность цветовой гаммы, ассоциирующейся с фирменным стилем; высокое качество верстки, шрифты и форматирование текста и др.)

Использование предложенного методического подхода к оценке качества работы WEB порталов образовательных учреждений позволят объяснить основные направления совершенствования маркетинговой деятельности образовательных учреждений в Интернете для взаимодействия с субъектами рынка подобных услуг.

Литература и источники

1. Вирин, Ф.Ю. Интернет маркетинг [Текст]: полный сборник практических инструментов / Ф.Ю. Вирин. – 2-е изд. – М.: Эксмо, 2012. 288 с.
 2. Исаенко, Е.В. Маркетинговые коммуникации организаций, осуществляющих торговлю автотранспортными средствами: теория и практика [Текст]: монография / Е.В. Исаенко, А.С. Тарасов. – Белгород: Издательство БУКЭП, 2013. – 216 с.
 3. Райен, Д. Краткий курс интернет – маркетинга [Текст]: / Д. Райена, К. Джонса; пер. с англ. М.В. Лапшинова. – М.: АНО «ШКИМБ», 2013. – 320 с.
 4. Тарасова, Е.Е. Исследование маркетинговой деятельности высших учебных заведений на основе интернет – технологий [Текст]: монография / Е.Е. Тарасова, Е.А. Шеин. – Белгород: Издательство БУКЭП, 2014. – 207 с.
 5. Тарасова, Е.Е. Создание единого образовательного портала Белгородской области [Текст]: / Е.Е. Тарасова, Е.А. Шеин. // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2017. - №6 (67). – С. 219 – 231.
- Научный руководитель – к.т.н., доцент Саблинский А.И., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».*

УДК 004.93

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ СТЕНОЗОВ КОРОНАРНЫХ СОСУДОВ С УЧЕТОМ АУГМЕНТАЦИИ ДАННЫХ

Журавлева Е.Г.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kwonnifox@gmail.com

Сердечно-сосудистые заболевания занимают первое место среди причин смертности как во всем мире, так и в России. Согласно данным Тюменского регистра от сердечно-сосудистых заболеваний ежедневно умирает более трех тысяч россиян, из них 53% по причине ишемической болезни сердца. Ишемическая болезнь сердца возникает вследствие коронарного атеросклероза, который также является одной из многих возможных причин стеноза коронарных сосудов.

Очевидно, что сердечно-сосудистая смертность нуждается в снижении. Добиться этого можно с помощью мер первичной и вторичной профилактики. Первичная профилактика направлена на снижение уровней факторов риска в популяции, вторичная – на предупреждение прогрессирования и развития осложнений заболевания, важной частью чего является своевременное его выявление и лечение. [1]

Цель проводимой работы по созданию программного модуля распознавания стенозов коронарных сосудов с учетом аугментации данных входит в методы вторичной профилактики сердечно-сосудистого заболевания – стеноза коронарных сосудов – а именно, выявление его наличия на снимках коронарной ангиографии, также называемым далее рентгенограммами.

В мире существуют решения данной задачи, изобретенные иностранными компаниями, такими как Analytics 4 Life, базирующейся в Торонто со штаб-квартирой в США, и американская компания HeartFlow Inc. Однако существующие методы, зачастую использующие несколько источников информации о работе сердечно-сосудистой системы, кроме коронарной ангиографии, еще не введены в широкое использование в медицинских учреждениях, поскольку имеют множество ограничений как функциональных, так и

экономических. Также стоит отметить, что, согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203, важно сохранять программное обеспечение и сервис технологически независимыми, то есть не имеющими принудительного обновления и управления из-за рубежа. В частности, это касается объектов критической информационной инфраструктуры, к которым относятся учреждения сферы здравоохранения. [4]

Для реализации программного модуля было решено использовать сверточную нейронную сеть - специальную архитектуру искусственных нейронных сетей, нацеленную на эффективное распознавание образов. В качестве языка программирования был выбран Python, библиотеки – OpenCV как инструмент для обработки изображений рентгенограмм в рамках аугментации данных, Numpy как дополнительный инструмент обработки изображений в качестве числовых массивов, Keras как инструмент построения нейронной сети глубокого обучения с бэк-эндом TensorFlow – системой машинного обучения Google Brain второго поколения, работающей на параллельных процессорах (например, GPU) и выражающей вычисления в виде потоков данных через граф состояний [5].

Кемеровским кардиологическим центром, планирующим внедрить в свою работу разрабатываемый программный модуль, были предоставлены рентгенограммы здоровых коронарных сосудов (см. рисунок 1-а) в количестве 12 642 единиц и рентгенограммы пораженных стенозом коронарных сосудов (см. рисунок 1-б) в количестве 1 043 единиц, дублированных с отметкой контрастным прямоугольником локализации стеноза (см. рисунок 1-в).

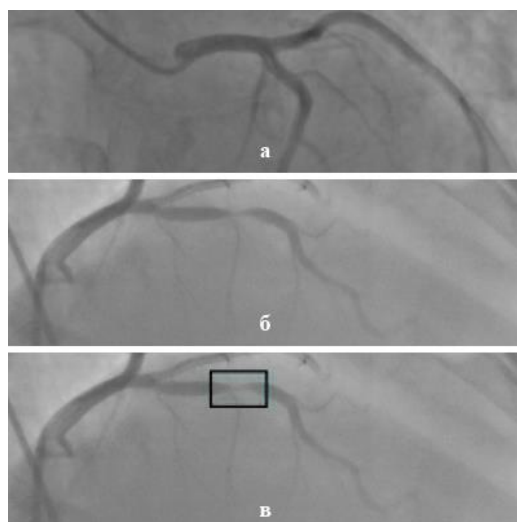


Рисунок 16. – а) здоровые сосуды, б) сосуды со стенозом, в) сосуды с отмеченным стенозом

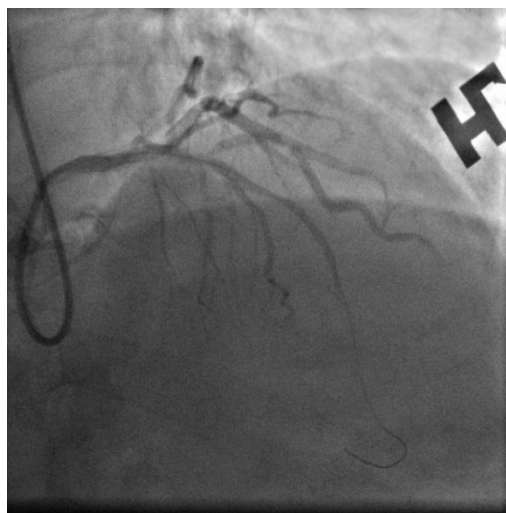


Рисунок 17. Рентгенограмма с посторонним предметом в правом верхнем углу

Была проведена выборка – из предоставленных данных были получены 1 964 изображения здоровых сосудов и 225 изображений пораженных стенозом сосудов, на которых отчетливо видны сосуды и стенозы, и отсутствуют посторонние предметы, способные помешать обучению нейронной сети (см. рисунок 2).

Полученное количество рентгенограмм катастрофически мало: для полноценного обучения нейронной сети требуется около миллиона изображений. В связи с этим была проведена аугментация данных, то есть расширение выборки путем преобразования исходных изображений, для чего были созданы специальные программные модули, применяющие различные смещения и повороты рентгенограмм относительно центров стенозов, координаты которых было возможно найти программно благодаря контрастным отметкам.

Для обучения на полученных после аугментации данных была построена сверточная нейронная сеть с использованием модели Sequential, в которую последовательно добавлялись слои следующих видов:

- Conv2D – слой двумерной свертки, который создает сверточное ядро.
- MaxPooling2D – слой максимальной двумерной подвыборки, в котором группа пикселей уплотняется до одного, проходя нелинейное преобразование.
- Dropout – слой исключения, который помогает предотвратить переобучение.
- Flatten – слой сглаживания, который преобразовывает многомерный выход предшествующего слоя в одномерный.
- Dense – полносвязный слой, в котором каждый нейрон соединен со всеми нейронами предыдущего слоя.

Были задействованы функции активации ReLU для разреженной активации нейронов и Softmax для бинарной классификации: «есть стеноз» и «нет стеноза». [6]

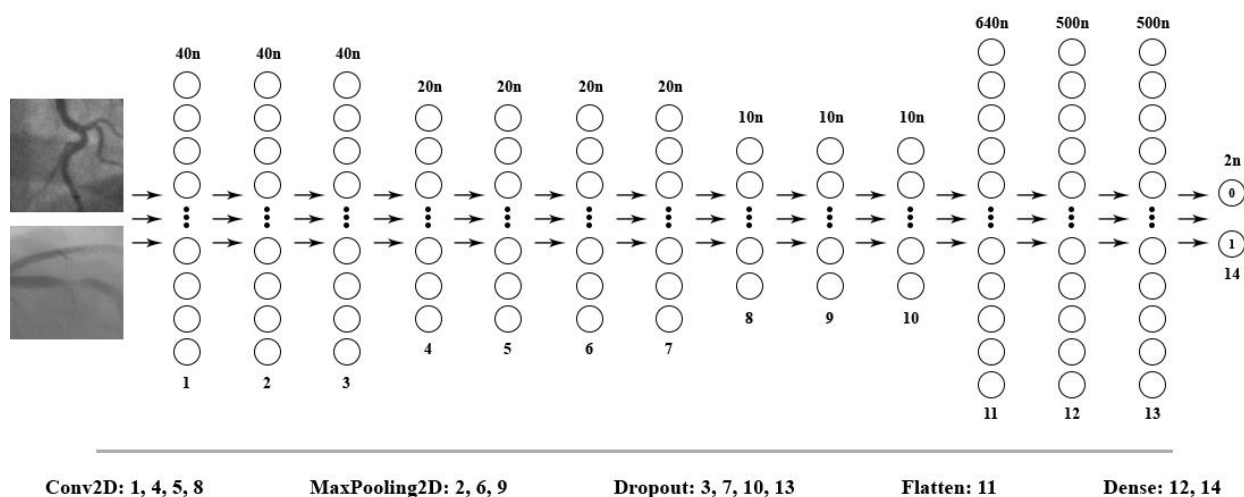


Рисунок 18. Топология сверточной нейронной сети

Ожидается, что в продолжении работы по увеличению выборки данных и подбору новых топологий нейронная сеть начнет показывать результаты в 70% верных распознаваний наличия стеноза на рентгенограмме.

Литература и источники

1. Кузнецов, В.А. Коронарный атеросклероз: данные Тюменского регистра [Текст]: Часть 1 / В.А. Кузнецов, Е.И. Ярославская; Филиал Томского НИМЦ «Тюменский кардиологический научный центр». – Тюмень: Экспресс, 2018. – 204 с.
 2. TCT-232 Diagnostic Accuracy of Machine Learned Algorithms Utilizing a Novel Form of Cardiac Phase Tomography (cPST) versus Single Photon Emission Tomography (SPECT) in the Assessment of CAD [Электронный ресурс] / T. Stuckey, F. Meine, N. Singh and etc. // Journal of the American College of Cardiology – Электрон. версия печ. публикации. – 2018. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109718373649>
 3. Kim, A. Onsite FFR-CT tops CCTA in detecting coronary stenosis [Электронный ресурс] / A. Kim. – Электрон. текстовые дан. – 2019. – Режим доступа: <https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=sup&sub=cto&pag=dis&ItemID=127169>
 4. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017- 2030 годы [Текст]: Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 // Собрание законодательства РФ. – 2017. – № 20. – Ст. 2901.
 5. Джулли, А. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения: Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow [Текст] / А. Джулли, С. Пал; пер. А.А. Слинкин, ред. Д.А. Мовчан. – ДМК-Пресс, 2017. – 294 с.
 6. Keras Documentation [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://keras.io/>
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Гейдаров Н.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЗВОНКОВ НА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ

Колесник Т. О.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

tatyanakolesnik2016@yandex.ru

Сколиоз - довольно распространенное заболевание позвоночника, которое требует своевременного и долгосрочного лечения. Всего выделяют четыре степени деформации позвоночного столба, и в зависимости от поставленного диагноза, пациенту назначают уникальную для этой степени искривления программу. На данный момент диагностика сколиоза производится вручную при проведении рентгенографического исследования. Поставленный таким образом диагноз является субъективным и сильно зависит от опыта специалиста. Описаны случаи, когда максимальная погрешность измерения искривления достигала $11,8^\circ$ [1], и так как от этого зависит способ лечения пациента, возникает необходимость внедрения автоматических средств детектирования.

В рамках выпускной работы прошлого года была разработана система для полуавтоматического определения углов и степени сколиоза по рентгеновским снимкам. Входной неразмеченный снимок позвоночника в системе проходил этапы автоматической разметки позвонков, ручной доразметки, вычисления углов искривления и оценки степени сколиоза. Для локализации позвонков в описанной работе использовалась нейросеть Unet [2], но она показала недостаточную точность для её внедрения в процесс диагностики заболевания, поэтому практически во всех случаях требовалась ручная доразметка снимков.

В связи с этим, целью данной работы является реализация программных модулей, решающих задачу локализации позвонков на рентгеновских снимках, которые позволят полностью автоматизировать процесс распознавания позвоночника. Описанные в данной статье методы представляют альтернативу нейронной сети на основе семантической сегментации, реализованной в рамках системы по вычислению углов сколиоза. В основе этих методов лежит обучение моделей бинарной классификации объектов, позволяющих решить задачу локализации позвонков на рентгеновских снимках с использованием метода сканирующего окна. В данной работе были рассмотрены классификаторы, построенные с помощью метода опорных векторов, а также каскадный классификатор Виолы-Джонса.

§ Решение задачи локализации объектов на изображении

Метод сканирующего окна был разработан довольно давно и используется для анализа различных изображений [3]. Идея метода состоит в том, что для входного изображения задается *окно сканирования*, это окно “прикладывается” к изображению, затем в пересекающейся области производится вычисление различных признаков. Цель этой операции: применить к рассчитанным признакам *бинарный классификатор*, который должен выдавать ответ 1 для областей, содержащих позвонки, и 0 для остальных фрагментов рентгеновского снимка. Сам просматриваемый фрагмент изображения в данном случае является *объектом классификации*, а под его *признаком (атрибутом)* подразумевается свойство, по которому производится классификация. После классификации, окно сканирования сдвигается по изображению с некоторым шагом. Таким образом, задача локализации объектов методом сканирующего окна на изображении сводится к выбору и обучению классификатора.

Исходные данные, с которыми работают все описанные здесь методы, представляют собой выборку, состоящую из кадров отдельных позвонков и изображений областей, не относящихся к позвоночному столбу. Все эти снимки были получены из предварительно

обработанных рентгеновских изображений методом выравнивания гистограммы, в целях увеличения их контрастности и получения более четких снимков позвонков [4]. В дальнейшем, в каждой модели эти данные проходят свой этап подготовки с выделением признаков классификации.

§ Построение классификаторов методом опорных векторов.

Метод Опорных Векторов или SVM (от англ. Support Vector Machines) — это линейный алгоритм, используемый в задачах классификации и регрессии. Он имеет широкое применение на практике и может решать как линейные, так и нелинейные задачи [5]. Признак - вектор заданной размерности p объекта рассматривается как точка в p -мерном пространстве, описывающая объект, принадлежащий одному из $2x$ классов.

Для построения классификаторов методом опорных векторов на этапе подготовки данных все снимки были приведены к одному шаблонному размеру, описывающему искомый объект (размер сканирующего окна). Для этого была рассчитана средняя ширина и высота по всем снимкам с позвонками (380x274 пикселей). Снимки областей, не содержащих позвонки, были разбиты на фрагменты такого же размера с некоторым шагом. Каждый снимок выборки представим в виде одномерной матрицы, где пересечение i строки и j столбца равняется значению интенсивности пикселя в этом снимке (целое число от 0 до 255). В качестве признака объекта классификации было решено выбрать одномерное представление матрицы.

Машина опорных векторов позволяет обучать два типа классификаторов: линейные и нелинейные. В случае нелинейных классификаторов необходимо выбрать ядро классификатора [5]. Результатом обучения классификаторов являются готовые модели, которые можно использовать в методе сканирующего окна для решения задачи локализации позвонков. Так как выборка оказалась несбалансированной, то для оценки качества использовались F-мера и AUC-ROC [6]. Результаты вычислений представлены в таблице 1. В целом, данный метод хорошо показал себя на тестировании, а значит, его можно рассматривать в качестве способа автоматического детектирования позвонков.

Таблица №1. Сравнение погрешностей при обучении и тестировании классификаторов

Модель	$F_{\beta=1}$ на обучении	AUC-ROC на обучении	$F_{\beta=1}$ на тестировании	AUC-ROC на тестировании
МОВ без настройки ядра	0,96824	0,99545	0,96618	0,99613
МОВ с линейным ядром	0,987898	0,99902	0,985645	0,99853
МОВ с полиномиальным ядром	1	1	0,97852	0,99851
МОВ с радиальным ядром	1	1	0,98795	0,99960

§ Построение классификаторов методом Виолы-Джонса.

Метод Пола Виолы и Майкла Джонсона (Детектор Хаара) был предложен в 2001 году для решения задачи детектирования лиц на изображениях [8]. В качестве признаков для построения классификатора используются примитивы Хаара. Признак Хаара имеет форму прямоугольника или квадрата и состоит из смежных прямоугольных областей. Для каждого снимка обучающей выборки формируются 200000 различных признаков за счет изменения их

масштабов и положения внутри снимка (рисунок 1), после чего значение каждого признака рассчитывается как сумма интенсивности яркости каждого отдельного пикселя в белом прямоугольнике, из которой вычитается сумма интенсивности яркости каждого пикселя в черной области. Высокая скорость расчёта признака достигается за счет интегрального представления изображения [7].

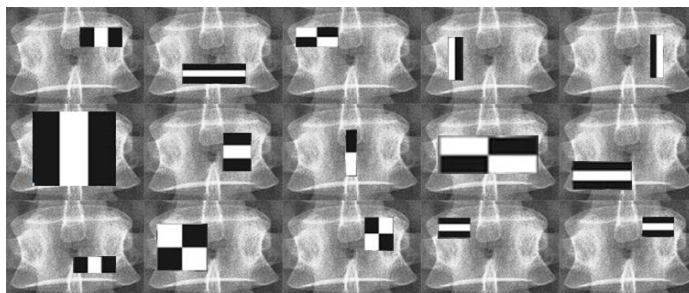


Рисунок № 1. Пример применения различных признаков Хаара

С каждым признаком связывается *слабый классификатор*, представляющий одноуровневое дерево решений. Ответом такого классификатора является 1, если разность интенсивностей в чёрных и белых областях больше порога η (определяется на этапе обучения) и 0 в противном случае. Такие слабые классификаторы впоследствии подаются на вход алгоритму AdaBoost, который отбирает наиболее эффективные признаки и строит бинарный классификатор. Последней важной частью метода Виолы и Джонса является способ объединения набора сильных классификаторов в каскадную структуру. *Каскадная модель классификаторов* – это дерево принятия решений, где каждый узел дерева построен так, чтобы находить большинство интересующих образов и отклонять регионы, которые не соответствуют искомым образам. При этом узлы дерева размещены таким образом, что чем ближе узел находится к корню дерева, тем из меньшего количества примитивов он состоит и тем самым требует меньше времени на принятие решения. Процесс обучения классификаторов занимает большое количество времени, но при этом сам процесс распознавания объектов на входных изображениях занимает доли секунды.

Перед началом обучения каскадного классификатора требовалось подготовить данные, подаваемые на вход метода Виолы-Джонса. Максимальный размер, которым можно описать объект распознавания в методе Хаара, равен 100x100 пикселей, поэтому все изображения позвонков были приведены к размеру 70x50 пикселей, а кадры областей, не содержащих позвонки, были разбиты на фрагменты такого же размера.

В дальнейшем планируется реализовать применение классификаторов на основе машины опорных векторов и Виолы-Джонса в методе сканирующего окна и сравнить точность локализации позвоночника каждым классификатором.

Литература и источники

3. Automatic measurement algorithm of scoliosis Cobb angle based on deep learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1187/4/042100/pdf>
4. Распознавание позвоночника по рентгеновским снимкам в проекциях / Тоцкий А.А., Сечкарев А.Б.// Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике. 2018. Том 7. С 65-67.
5. Sliding Windows for Object Detection with Python and OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pyimagesearch.com/2015/03/23/sliding-windows-for-object-detection-with-python-and-opencv/>

6. Histogram Equalization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/histograms/histogram_equalization/histogram_equalization.html
 7. Ядерные функции машины опорных векторов / Шитиков В. К., Мастицкий С. Э. // Классификация, регрессия, алгоритмы DataMining с использованием R. 2017. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ranalytics.github.io/data-mining/063-Nonlinear-Borders.html>
 8. Метрики в задачах машинного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
 9. <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/>
 10. Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/133826/>
- Научный руководитель - доц., канд. физ. – мат. наук Григорьева И.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 004.41

ПОДСИСТЕМА «УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТА» ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРОЙ

Константинов В.В., Кумурджи А.Д.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

konstavadin@gmail.com, timotika9999999@gmail.com

Комфортное обучение для студента является одной из основных целей каждого университета. С развитием технологий пользователю, в частности студенту, важно получить необходимую для него информацию как можно быстрее. В настоящий момент, в Кемеровском государственном университете нет мобильного клиента для доступа к успеваемости обучающегося, а desktop версия является неудобной в использовании.

Целью данной работы является создание подсистемы «Успеваемость студента», которая будет дополнением функционала для веб-сайта и разработана с нуля для мобильной платформы.

Обмен данными в приложении реализован на подходе REST API[1]. Авторизация проходит с помощью JWT-токенов, а именно передача данных о пользователе определяется в формате JSON в зашифрованном виде.

Для снижения порога вхождения в проекте используется подход DDD (Domain Driven Design)[2]. Этот метод необходим в случаях, когда разработчик не является специалистом в области разрабатываемого продукта.

Любое приложение должно состоять из front-end и back-end частей. Для первого был использован фреймворк Angular. Он позволяет создавать Single Page Application (одностраничное приложение), главной особенностью которого является работа без перезагрузок страницы[3]. Angular дает возможности создания так называемых «компонентов», при помощи которых можно изолировать некоторые функции программы, чтобы пере использовать их в разных местах приложения[4]. Такой подход позволяет значительно увеличить гибкость интерфейса, а также упростить разработку.

При создании электронных форм компонентов была использована библиотека PrimeNg, которая представляет собой набор компонентов пользовательского интерфейса вместе с нативными css-стилями для улучшения внешнего вида.

Для back-end разработки в веб-приложении использовался фреймворк Spring. Spring является одним из самых распространённых фреймворков для Java. Одной из наиболее важных особенностей данного фреймворка является поддержка возможности dependency injection[5]. Эти особенности позволяют создавать достаточно гибкие приложения, которые в дальнейшем можно дорабатывать и модифицировать без особых сложностей. Для получения данных из уже существующих таблиц (Entities) был добавлен новый контроллер - обработчик

событий клиента. Для того чтобы отдать контроллеру данные, полученные при взаимодействии с базой данных, которое осуществляет Repositories, используется Service, и, в свою очередь, передача таких данных между слоями приложения происходит благодаря Data Transfer Object (DTO).

Подсистема для веб приложения представляет собой несколько компонентов в виде таблиц с фильтрами по нужному периоду. В блоке “Просмотр успеваемости” выводится данные по каждому предмету, нажав на который откроется список с более подробной информацией.

Название дисциплины	Баллы за семестр	Процентное соотношение	Учебный год	Семестр
СОМ-технологии	37 из 139	26.62 %	2020	2
Тип события	Набрано баллов	Максимум баллов		
Лабораторная	27	109		
Корпоративные информационные системы	57 из 267	21.35 %	2020	2
Тип события	Набрано баллов	Максимум баллов		
Лабораторная	18	177		
Семестровая	30	50		
Контрольная работа	9	10		

Рисунок 19. Просмотр успеваемости

Для того чтобы получить более подробную информацию об отметках, надо перейти в раздел “Архив отметок”, где можно получить данные за любой период. В таблице по всем колонкам предусмотрен поиск, выполняемый на стороне клиента.

Название предмета	Вид занятия	Дата	Количество баллов	Тип события	Дата оценки	Номер события
СОМ-технологии	Лабораторная	24.02.2020	7	Лабораторная	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лекция	03.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2021a
СОМ-технологии	Лабораторная	03.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лабораторная	03.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лекция	10.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2021a
СОМ-технологии	Лабораторная	10.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лабораторная	10.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лекция	17.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2021a
СОМ-технологии	Лабораторная	17.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лабораторная	17.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2109a
СОМ-технологии	Лекция	24.02.2020	1	Посещение	Понедельник	2021a
Корпоративные информационные системы	Лекция	04.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	04.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	04.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Лекция	11.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	11.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	11.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Лекция	18.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	18.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	18.02.2020	1	Посещение	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	25.02.2020	10	Семестровая	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Лекция	25.02.2020	10	Семестровая	Вторник	2109a
Корпоративные информационные системы	Практика	25.02.2020	10	Семестровая	Вторник	2109a

Рисунок 20. Архив отметок

Для разработки мобильного клиента был использован фреймворк React Native[7] и интегрированная среда разработки (IDE) Android Studio[8]. Хранения и передача состояния осуществлена стандартной методологией, без использования сторонних библиотек. Реализация асинхронных запросов была выполнена по методу колбэк-функций. Сборка проекта осуществляется посредством библиотеки webpack[9]. Для дизайна использовалась библиотека Native Base[10].

Мобильный клиент представляет собой возможность просматривать своё расписание, расписание преподавателя, для оперативного взаимодействия с ним.

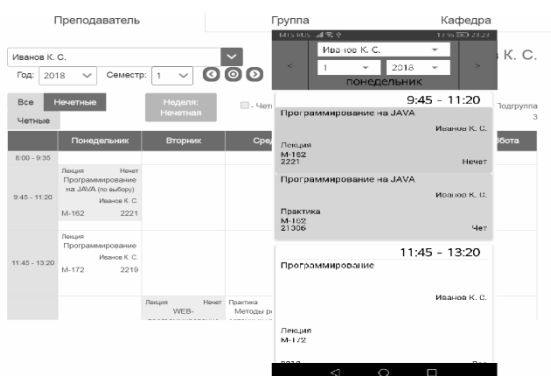


Рисунок 3. Расписание преподавателя

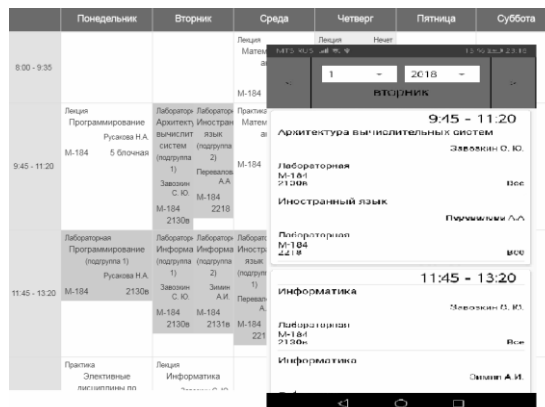


Рисунок 4. Расписание студента

При реализации мобильного клиента было разработано:

- Авторизационный экран
- Навигационное меню
- Экран отображения расписания
- Экран отображения расписания преподавателя
- Экран отображения профиля преподавателя

Внедрение подсистемы «Успеваемость студента» повышает практическую пользу автоматизированной информационной системы управления кафедрой. Интуитивно-понятный интерфейс и получение подробной информации, как о предмете, так и об отметках, во время работы за компьютером дает возможность для комфортного обучения. В свою очередь, мобильный клиент позволяет обеспечить быстрый и нестационарный доступ к успеваемости обучающегося в любое время и в любом месте.

Литература и источники

1. REST-простым языком [Электронный ресурс]: URL: <https://medium.com/@andr.ivas12/rest-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8B%D0%BC-%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%BC-90a0bca0bc78> (дата обращения:18.03.2020)
2. Э.Эванс Предметно-ориентированное проектирование (DDD). Структуризация сложных программных систем / Под ред. В. Л. Бродовой. Вильямс, 2017 (дата обращения:18.03.2020)
3. Официальный сайт Angular [Электронный ресурс]: URL: <https://angular.io/> (дата обращения:20.03.2020)
4. Файн Я. Angular и TypeScript. Сайтостроение для профессионалов/ Х. Файн, М. Антон – М.: Питер, 2018 (дата обращения: 22.03.2020)
5. Официальный сайт Spring [Электронный ресурс]: URL: <https://spring.io/> (дата обращения:23.03.2020)
6. Официальный сайт ReactJs [Электронный ресурс]: URL: <https://reactjs.org/> (дата обращения:27.03.2020)
7. Официальный сайт React Native [Электронный ресурс]: URL: <https://reactnative.dev/docs/getting-started> (дата обращения:30.03.2020)
8. Официальный сайт Android Studio [Электронный ресурс]: URL: <https://developer.android.com/> (дата обращения:30.03.2020)
9. Webpack – сборка JavaScript модулей [Электронный ресурс]: URL: <https://codex.so/webpack-tutorial> (дата обращения:27.03.2020)
10. Официальный сайт Native Base [Электронный ресурс]: URL: <https://nativebase.io/> (дата обращения:30.03.2020)

УДК 533.6

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ВОЗДЕЙСТВИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА НА ЗДАНИЕ

Лукьянов А.К., Фрянова К.О.

ФГАОУ ВО «Томский политехнический университет»

ivanov@kemsu.ru, petrov@kemsu.ru

Согласно подходу Гришина [1] лес можно рассматривать как 1) многофазную пористо-дисперсную двухтемпературную реакционноспособную среду; 2) полог леса предполагается недеформируемым; 3) в лесном массиве объемными долями лесных горючих материалов, состоящих из сухих органических веществ, воды, золы, конденсированных продуктов пиролиза, можно пренебречь по сравнению с объемной долей газовой фазы; 4) течение считается развитым турбулентным. Схема рассматриваемой области представлена на Рис.1.

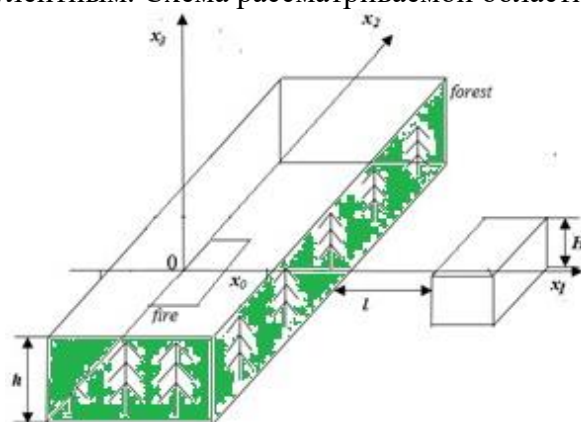


Рисунок 1.

Математически данная задача сводится к решению системы дифференциальных уравнений для турбулентного реагирующего течения [1]. Поставленная задача решается численно с использованием метода конечных объемов и алгоритма SIMPLE [2]. Система алгебраических уравнений, полученная в процессе дискретизации, была решена с помощью метода SIP [2]. Для решения проблемы в области, где происходят химические превращения (испарение влаги, пиролиз и горение газообразных и конденсированных продуктов пиролиза), используется метод расщепления по физико-химическим процессам. В результате математического моделирования с помощью численного интегрирования были получены распределения полей скорости, температуры газовой и конденсированной фаз, концентрации компонентов газовой фазы и объемных долей конденсированной фазы. Для моделирования возникновения пожара источник высокой температуры был определен с левой стороны лесного массива. Это привело к нагреву лесных горючих материалов, испарению влаги, началу процесса пиролиза с последующим выделением газообразных продуктов пиролиза и их воспламенению. На следующем этапе газообразные продукты пиролиза полог леса воспламеняются и пламя охватывает полог леса и далее под влиянием ветра фронт верхового лесного пожара начинает перемещаться. Под воздействием температуры от фронта верхового пожара происходит нагрев стен здания и дальнейшее зажигание. Представляет интерес влияние величины скорости ветра на расстояние между лесом и зданием, при котором возможно зажигание стен здания под воздействием лесного пожара. Деревянные конструкции могут воспламеняться при определенной температуре. Это зависит от скорости ветра,

расстояния от зоны горения до здания, высоты здания и других параметров. В работе [3] показано, что древесина будет воспламеняться, когда ее температура превысит 300°C . Результаты расчетов показывают, что температура поверхности достигает этих значений при скоростях ветра более 6 м/с. Также в результате численных расчетов были определены минимальные безопасные расстояния между лесом и зданием, когда здание не будет подожжено лесным пожаром. При этом значение скорости ветра изменялось от 6 до 14 м/с. Также было изучено влияние высоты здания на величину безопасных расстояний. На Рис.2 представлена зависимость безопасных расстояний от скорости ветра для различных высот зданий (кривые 1 - 3 м и 2 - 6 м). Если высота здания увеличивается с 3 до 6 м, то безопасное расстояние также увеличивается (Рис. 2) для разных скоростей ветра.



Рисунок 2.

Литература и источники

1. Гришин, А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А.М. Гришин. - Новосибирск: Наука, 1992, -408 с.
2. Патанкар, С.В. Численные метода решения задач теплообмена и динамики жидкости / С.В. Патанкар. - М.: Энергоатомиздат, 1984.-152с.
3. Валендик, Э.Н. Крупные лесные пожары / Э.Н. Валендик, П.М. Матвеев, М.А. Сафронов. – М.: Наука, 1979.-198с.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Перминов В.А., ФГАОУ ВПО «Томский политехнический университет»

УДК 004.41

ПОДСИСТЕМА «АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ» ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРОЙ

П. С. Малашин, А. И. Нейман

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

baren1998@gmail.com, arthurneiman@mail.ru

В 2019 году на базе КемГУ была разработана Информационная автоматизированная система управления кафедрой. Данная система обладает широким набором возможностей: управлять расписанием, вести журнал успеваемости студентов, создавать контрольные точки для проверки знаний и т.д. На текущий 2020 год система не потеряла своей актуальности, так как подобных программных решений в КемГУ введено не было[1].

Целью данной работы является создание мобильного приложения, позволяющего просматривать расписание и производить отметку посещаемости студентов, а также разработка подсистемы отчетности успеваемости студентов на веб клиенте. Это сделает использование системы более мобильным и функциональным, предоставит более гибкие возможности для работы с информационной системой.

При разработке системы автоматизации задач кафедры был использован подход DDD (Domain Driven Design). Данный подход позволяет изолировать логику предметной области от остальных частей системы, что значительно упрощает модернизацию и расширение системы [2].

Подсистема отчетности успеваемости студентов представляет из себя отдельный домен-сущность и действия, которые необходимо автоматизировать. Этот домен является частью Domain layer, который является представлением предметной области в коде.

Подсистема отчетности включает в себя 2 компонента: аттестацию текущей успеваемости студентов и общий отчет.

К подсистеме отчетности текущей успеваемости студентов были сформированы следующие пользовательские требования:

- Аттестация текущей успеваемости студентов:
 - Формирование аттестации на основании, указываемых преподавателем данных: год, семестр, группа, дисциплина, начало периода аттестации, конец периода аттестации
 - Предоставление информации об успеваемости студентов в виде таблицы со столбцами: ФИО студента, Пропущенных академических часов, Аттестационный балл
- Общая отчетность:
 - Возможность выбора учебных групп и дисциплин для формирования отчета
 - Формирование отчета в виду таблицы со столбцами: ФИО студента, посещено занятий, всего занятий, получено баллов, максимум баллов
 - Просмотр сформированного отчета
 - Экспорт отчета в формате xlsx

При реализации подсистемы отчетности были разработаны:

- На стороне сервера
 - Entities-сущности с помощью которых описываются индивидуальные элементы домена. Конкретно в этом случае это сущности аттестации и общего отчета.
 - Repositories(репозитории в контексте Spring)-компоненты, используемые для хранения, извлечения и поиска. Эти компоненты используются для взаимодействия с базой данных.
 - Services-представляют из себя фасады бизнес логики.
 - DTOs-дато-транспортные объекты, используемые для транспортировки данных между слоями.
 - Controllers-методы, которые обрабатывают поступающие запросы с клиента и предоставляет данные для отображения.
 - Реализована логики подсчета баллов и т.д.
- На стороне клиента
 - Компоненты для отображения аттестации и общего отчета
 - Сервисы получения данных и экспорта

Аттестация текущей успеваемости студентов представляет из себя таблицу, в которой представлены данные о посещаемости и успеваемости студентов. Доступ к аттестации предоставлен через журнал, как следствие, отпадает необходимость выбора группы,

дисциплины и периода обучения. Для формирования аттестации достаточно указать временной период.

Общий отчет - это компонент, который вынесен в отдельный раздел. Он предоставляет возможность формирования отчета по учебному периоду и группе-дисциплине. Далее формируется графическое представление отчета и предоставляется возможность произвести экспорт в формат `xlsx` отчета для конкретной группы-дисциплины или всех, выбранных ранее групп-дисциплин. Экспорт в `xlsx` происходит с помощью библиотеки `ExcelJS`.

При разработке мобильного клиента был использован фреймворк `React Native` в связке с инструментами `Android Studio`. Хранения и передача состояния осуществлена стандартной методологией, без использования сторонних библиотек. Сам проект построен по принципу “одностраничного приложения”. Реализация асинхронных запросов была выполнена по методу колбэк-функций. Сборка проекта осуществляется посредством библиотеки `webpack`. Интерфейс обмена данных реализован по технологии `REST API`. Авторизация происходит с помощью `JWT` токенов.

Мобильный клиент реализован в виде приложения для операционной системы `Android` и распространяется как установочный файл с расширением `.apk`. Приложение предоставляет преподавателю такие возможности, как: просмотр и ведение своего журнала и расписания.

Расписание реализовано в виде таблицы, где в первой колонке время начала и окончания пары. Вторым столбцом находится непосредственно сам предмет, с разделением на чет/нечет и группировкой по группам студентов.

Успеваемость студентов на мобильном клиенте представлена в виде таблицы, где в первом столбце находится ФИО студента, а во главе второго столбца находится дата занятия. Второй столбец разбивается в зависимости от выбранной подгруппы. От этого зависит количество колонок с отметками. Во главе под-колонки стоит номер пары. В свою очередь эта колонка также разбивается на несколько, в зависимости от количества типов учёта успеваемости (посещение, лабораторная и т.д.).

При реализации мобильного клиента было разработано:

- Экран авторизации
- Навигационное меню
- Экран отображения расписания
- Экран выбора подгруппы
- Экран отображения успеваемости
- К мобильному приложению были предъявлены следующие пользовательские требования:
- Отображение расписания за несколько годов обучения.
- Отображения расписания за все месяцы обучения.
- Группировка студентов по подгруппам, при редактировании успеваемости.

Разработанная подсистема отчетности текущей успеваемости студентов позволяет быстро и доступно получать информацию об успеваемости студентов, предоставляет просмотр и экспорт отчетов. Подобное программное решение упрощает процесс предоставления отчетности для преподавателя, тем самым освобождая его от однотипных и требующих времени процессов.

Мобильный клиент избавляет преподавателя от необходимости посещать систему через веб приложение и позволяет пользоваться системой в любом месте. Используя мобильный клиент, преподаватель может просматривать свое расписание, выставять баллы за посещаемость и лабораторные. Это предоставляет преподавателю большую мобильность.

Литература и источники

1. Ващенко В.М. подсистема «Обеспечение учебного процесса» в информационной системе управления»: дис. маг. : 01.04.02 /Кем. гос. ун. – К., 2019. – 51

2. Э.Эванс Предметно-ориентированное проектирование (DDD). Структуризация сложных программных систем / Под ред. В. Л. Бродовой. Вильямс, 2017
 3. Официальный сайт React Native [Электронный ресурс]: URL <https://react-native.org/> (дата обращения 25.03.2020)
 4. Электронный учебник CSS [Электронный ресурс]: URL <https://html5book.ru/osnovy-css/> (дата обращения 12.03.2020)
 5. Справочник CSS [Электронный ресурс]: URL <http://htmlbook.ru/css> (дата обращения 15.03.2020)
 6. Справочник по HTML [Электронный ресурс]: URL <http://htmlbook.ru/html> (дата обращения 12.03.2020)
 7. Официальный сайт Angular [Электронный ресурс]: URL: <https://angular.io/> (дата обращения:10.03.2020)
 8. Официальный сайт PrimeNg 6[Электронный ресурс]: URL: <https://www.primefaces.org/primeng-6.1.6/> (дата обращения:11.02.2020)
 9. Официальный сайт Spring [Электронный ресурс]: <https://spring.io//> (дата обращения:15.03.2020)
 10. Официальный сайт ReactJs [Электронный ресурс]: URL: <https://reactjs.org//> (дата обращения:20.03.2020)
 11. Гамма Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Д. Влиссидес М.: ПИТЕР, 2015.
- Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук К. С. Иванов, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 004.41

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ

Д.Ю. Новиков, К.Г. Каретин, В.С. Матрос, В.А. Ануфриев, М.С. Ерёмин
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Повышение эффективности реабилитации больных является первостепенной задачей для медицинских учреждений. Нарушения в организме негативно влияют на процесс реабилитации. Своевременное их выявление и коррекция могут улучшить функциональный исход. Цель данной работы – разработка информационной системы (ИС) для мониторинга состояния больных во время и после реабилитации.

В начале работы был проведен обзор мониторинговых систем. Целью обзора было изучить то, что предлагают мониторинговые системы по состоянию здоровья пациентов и на основе этого составить требования к ИС мониторинга состояния здоровья пациентов.

Критериями анализа мониторинговых систем являлись: возможность использовать устройство дома, наличие у систем функций для считывания давления, пульса, шагов, возможность передавать считанные данные на сервер, отслеживать критические показатели и своевременно на них реагировать. На основе данных критериев были выбраны следующие мониторинговые системы:

- Biotronik Home Monitoring,
- BPMpathway,
- Caretaker,
- Aimoto senior.

Проведенный обзор показал, что существуют различные программные и аппаратные решения для мониторинга пациентов после операций. Однако ни одна из рассмотренных систем не удовлетворяет всем определенным критериям. Кроме того в основном такие системы являются специализированными и дорогими, за счет чего не могут быть массово доступны

всем реабилитирующимся. Поэтому было принято решение разработать ИС с использованием смарт-браслетов, что является хорошим вариантом по соотношению цены и качества.

Далее был проведен обзор ряда популярных смарт-браслетов с целью определения, какие из них наиболее подходят для использования при мониторинге состояния здоровья пациента. Для обзора были выбраны наиболее популярные смарт-браслеты на рынке, обладающие умеренной стоимостью:

- Samsung Galaxy Fit E SM-R375,
- Fitbit Charge 3,
- Amazfit Bip,
- Xiaomi Mi Band 4,
- SKMEI B15P, CK11S.

Обзор показал, что в рассмотренном ценовом диапазоне смарт-часы измеряют давление крайне неточно, либо совсем не обладают такой функцией. В остальном же у них схожая функциональность для решаемой задачи. В результате исходя из сочетания цена-качество для сбора информации о пациенте было выбрано носимое электронное устройство – Xiaomi Mi Band 4.

ИС мониторинга состояния здоровья пациентов включает две подсистемы – мобильное приложение и веб-приложение. Данные о пульсе и о количестве шагов передаются со смарт-браслета в мобильное приложение, а из него в базу данных. Пациент может просматривать свои показатели и их динамику в мобильном приложении. Веб-приложение используется врачом или администратором. Врач использует веб-приложение для отслеживания состояния пациентов, назначения схемы лечения и рекомендаций. Администратор управляет пользователями и их правами.

Основные функции ИС:

- Функции пациента: авторизация по логину и паролю, просмотр показателей, просмотр рекомендаций от врача, просмотр текущей схемы лечения, схем лечения на выбранную дату, фиксация даты и времени выполнения рекомендации с возможностью оставить комментарий, занесение данных о давлении, автоматический сбор данных со смарт-браслета и отправка данных в базу данных.
- Функции врача: авторизация по логину и паролю, регистрация пациента, просмотр информации об одном из своих пациентов, установка личных пороговых значений для выбранного пациента (пульс, давление), занесение схемы лечения пациента, внесение рекомендаций для пациента, получение уведомлений о критических показателях пациента.
- Функции администратора: авторизация по логину и паролю, регистрация врача, задание роли пользователя, изменение роли пользователя, просмотр лога.

В основу реализации положен сервисно-ориентированный подход. Мобильное и веб-приложения взаимодействуют с базой данных с помощью специально написанных REST-сервисов.

В качестве средств реализации для веб-приложения был выбран сервер приложений Node.js, СУБД MySQL, JavaScript, JavaScript-библиотеки React.

Мобильное приложение написано на языке программирования Javascript с помощью JavaScript-библиотеки React Native компонентов и менеджера состояний Redux (actions и reducers). Для реализации визуальной составляющей использовался язык разметки CSS. Actions (экшны) – это структуры, которые передают данные из приложения в хранилище данных. Они являются единственными источниками информации для хранилища. Также в них написана вся логика приложения. Компоненты – это классы, отвечающие за отображение, а также связки actions с reducers, через взаимодействие с интерфейсом. Reducers (редюсеры) определяют, как состояние приложения изменяется в ответ на экшны, отправленные в хранилище данных.

React и React Native были выбраны, потому что это достаточно новые технологии, которые уже успели хорошо себя зарекомендовать и являются кроссплатформенными.

Архитектура системы представлена на рисунке 1 в виде диаграммы размещения в нотации UML.

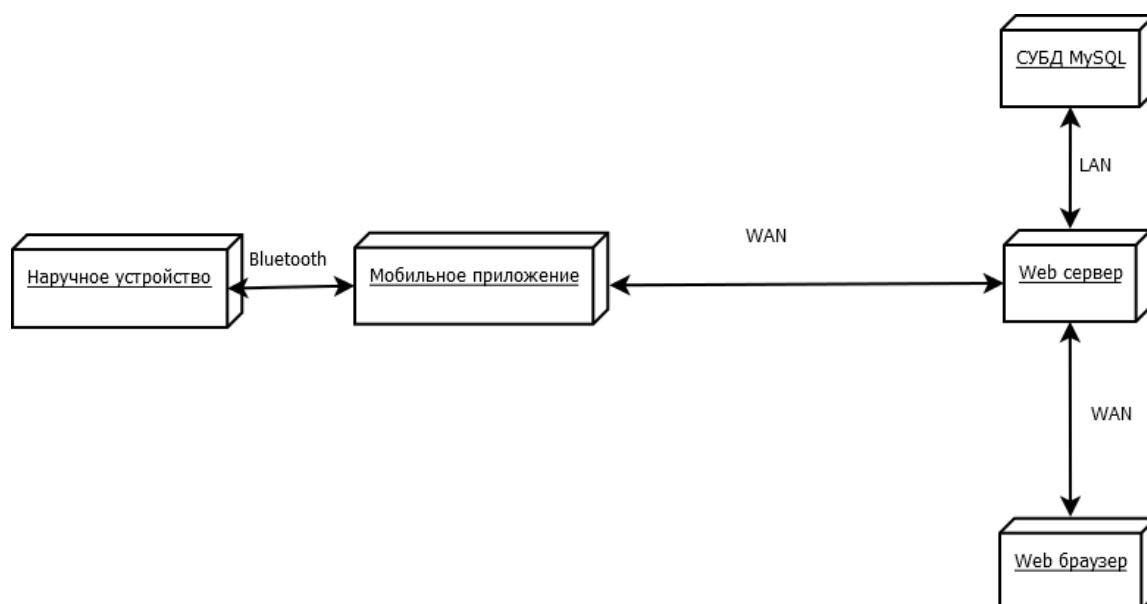


Рисунок 1. Диаграмма размещения

На данной диаграмме можно увидеть, что с наручного устройства данные передаются в мобильное приложение пациента, где тот может просмотреть считанную информацию. Далее данные передаются с помощью REST-сервисов в базу данных и отображаются в клиентской части веб-приложения. Данные от врача, такие как схема лечения и рекомендации, передаются с помощью REST-сервисов в мобильное приложение.

Авторизация в ИС мониторинга состояния здоровья пациентов реализована с помощью JWT (Json Web Token). Json Web Token представляют собой средство авторизации для каждого запроса от клиента к серверу. Токены создаются сервером, подписываются секретным ключом и передаются клиенту, который в дальнейшем использует данный токен для подтверждения своей личности.

Процедура аутентификации на основе токенов:

1. Пользователь вводит имя и пароль.
2. Сервер проверяет их и возвращает токен (JWT), который может содержать метаданные вроде user_id, разрешений и т. д.
3. Токен хранится на клиентской стороне, чаще всего в локальном хранилище, но может лежать в хранилище сессий или cookie.
4. Последующие запросы к серверу обычно содержат этот токен в качестве дополнительного заголовка авторизации в виде Bearer {JWT}.
5. Сервер расшифровывает JWT и если токен верный, сервер обрабатывает запрос.
6. Когда пользователь выходит из системы, токен на клиентской стороне уничтожается.

На рисунке 2 изображена диаграмма последовательности авторизации пользователя.

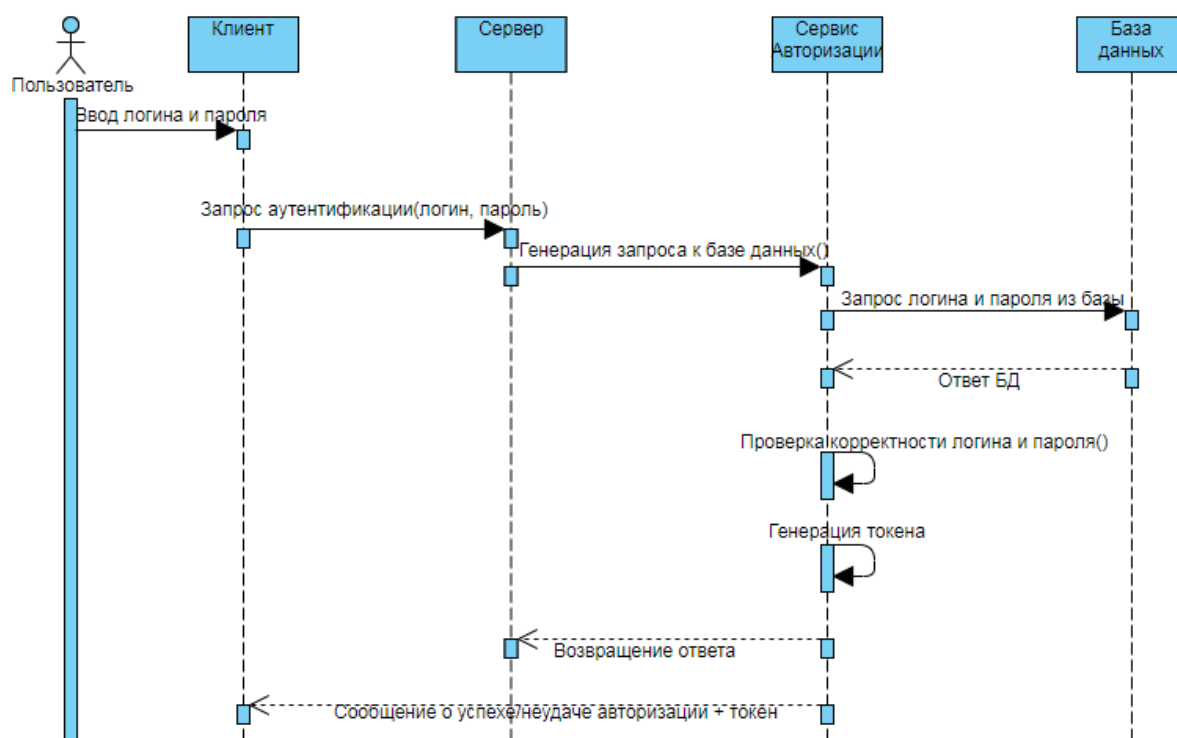


Рисунок 2. Диаграмма последовательности авторизации пользователя

Введенные пользователем логин и пароль отправляются на сервер. С помощью сервиса «Авторизация» полученные данные сравниваются с данными в БД. В случае валидности данных генерируется токен и отправляется пользователю. В случае ошибки – отправляется сообщение об ошибке.

На данный момент ведется разработка мобильного приложения и веб-приложения. В мобильном приложении реализованы: экран авторизации; начальный экран, где содержится - блок информации о пациенте, блок напоминаний, блок состояния пациента (шаги, пульс, вес); экран статистики пульса и шагов; экран связи с врачом. Реализованы REST-сервисы. В веб-приложении реализованы: регистрация пациента, страница авторизации, страница для просмотра всех пациентов, страница для просмотра своих пациентов, регистрация врача, страница просмотра показателей конкретного пациента

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент С.Ю. Завозкин, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.932

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСПОЗНОВАНИЯ КОРОНАРНЫХ СОСУДОВ И ОБНРУЖЕНИЯ СТЕНОЗОВ НА РЕНТГЕНОГРАММАХ

Новиков И.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Ivannov160696@mail.ru

На сегодняшний день большое количество людей страдает от сердечно-сосудистых болезней, во время оперирования хирургам необходимо тратить довольно много времени на обнаружение не только стенозов, но и сосудов, на которых они расположены. Одним из наиболее важных применений компьютерного зрения является обработка изображений в медицине. Эта область характеризуется получением информации о пациентах в виде

медицинских снимков формата DICOM. Примечательно, что рентгенограммы с изображениями сосудов (рис. 1) получаются достаточно низким качеством: фон изображения может быть слабо отличим от самих сосудов, присутствуют посторонние объекты, шумы и затемнения, изображение часто получается размытым. Поэтому чтобы стенозы однозначно были видны на снимке, необходимо найти такой метод, который позволил бы выделять сосуды наиболее четко и различимо от фона.

Существуют различные методы, позволяющие выделять объекты на снимках разнообразными способами. В ходе работы использовались следующие библиотеки:

- библиотека Matplotlib для визуализации данных двумерной графикой [1];
- библиотека OpenCV для обработки изображений [2];

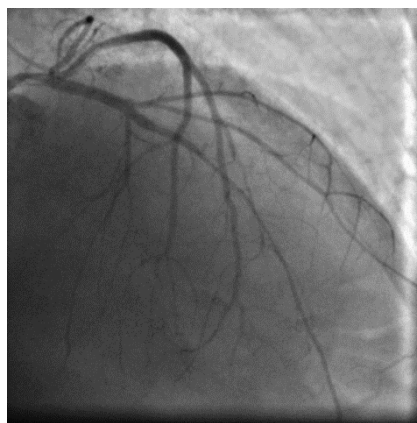


Рисунок 1. Рентгеновский снимок

В OpenCV существует несколько функций для шумоподавления на изображениях. Функция `fastNlMeansDenoising` используется во многих алгоритмах и не только для обработки фотографий, но и для предварительной обработки в реальном времени (Рис. 2).

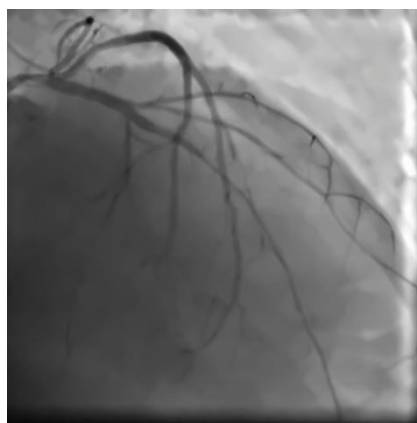


Рисунок 2. Рентгеновский снимок с применением функции `fastNlMeansDenoising`.

Метод морфологического градиента - это некоторые простые операции, основанные на форме изображения [3].

При использовании преобразования `Opening` (открытие) сначала к изображению применяется эрозия (сужение), а потом дилатация (расширение). Фильтр сглаживает и удаляет шумы, а также помогает избавиться от маленьких фрагментов (Рис. 3).

При использовании преобразования `Closing` (закрытие) сначала к изображению применяется дилатация (расширение), а потом эрозия (сужение). Фильтр удаляет темные детали и делает изображение светлее, а затем уменьшает общую яркость до прежнего уровня, не восстанавливая темные детали. (рис. 4).

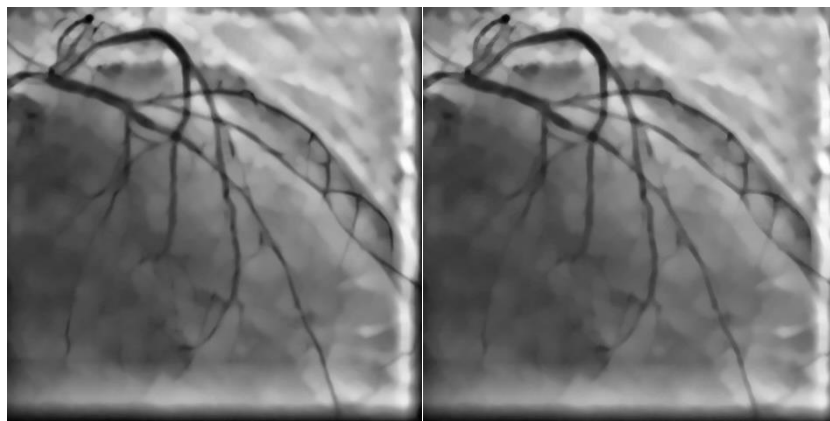


Рисунок 3. Рентгеновский снимок с применением фильтра Opening.

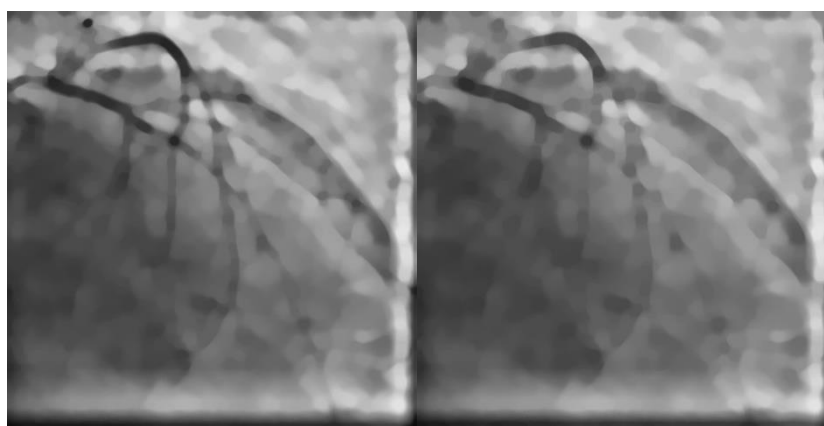


Рисунок 4. Рентгеновский снимок с применением фильтра Closing.

Функция `subtract` рассчитывает разницу между двумя изображениями, когда оба входных изображения имеют одинаковый размер и одинаковое количество каналов, создав новое изображение. (Рис. 5).

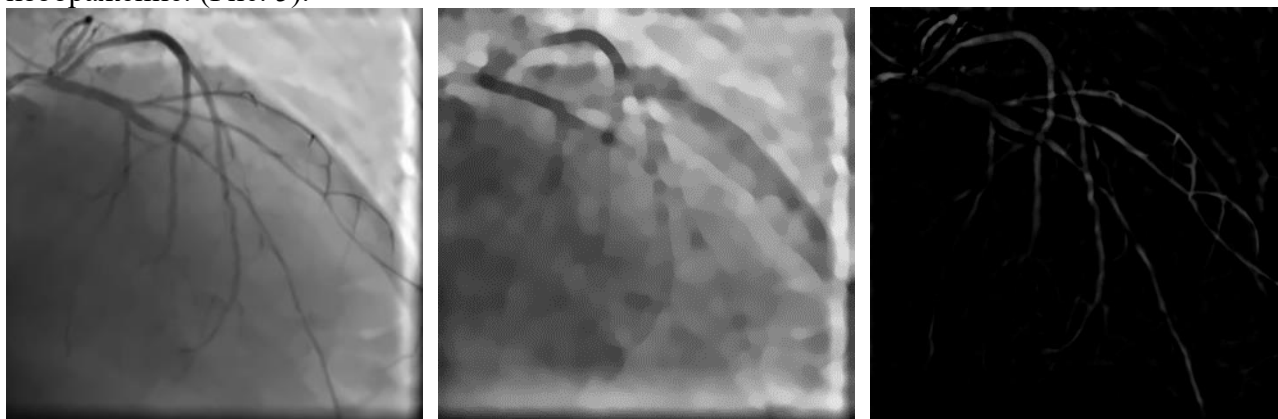


Рисунок 5. Рентгеновский снимок с применением функции `Subtract`. а) входное изображение
б) альтернативная последовательная фильтрация (а) с) результат вычитания из (а) и (б)

Функция `CLANE` [5] обрабатывает изображение для улучшения контрастности изображений. Она вычисляет несколько гистограмм, каждая из которых соответствует отдельному участку изображения, и использует их для перераспределения значений яркости изображения (Рис. 6).

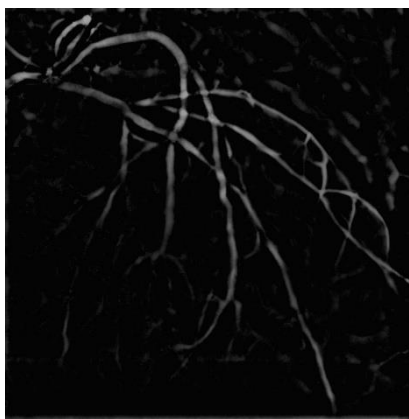


Рисунок 6. Рентгеновский снимок с применением функции Subtract.

Заключение

В данной работе было проанализированы ныне существующие методы по выделению и обнаружению сосудов на изображении, работа с ними будет продолжена для максимально четкого выделения сосудов так, чтобы стенозы однозначно выделялись на снимках.

Литература и источники

1. Библиотека Matplotlib [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Matplotlib> (дата посещения 14.04.2020)
2. Библиотека OpenCV [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата посещения 14.04.2020)
3. Morphological Transformations [Электронный ресурс] // URL:
4. https://docs.opencv.org/3.1.0/d9/d61/tutorial_py_morphological_ops.html (дата посещения 14.04.2020)
5. CLAHE [Электронный ресурс] // URL:
6. https://docs.opencv.org/3.1.0/d5/daf/tutorial_py_histogram_equalization.html (дата посещения 14.04.2020)
7. Subtract [Электронный ресурс] // URL:
8. https://docs.opencv.org/2.4/modules/core/doc/operations_on_arrays.html#subtract (дата посещения 14.04.2020)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Гейдаров Н.А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.6

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Черноусов А.Е., Баширова А.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

chrnsv@gmail.com, sa.bashkirova@yandex.ru

Работа посвящена описанию программной реализации пакета прикладных программ на основе метода конечных элементов для решения систем нестационарных уравнений Навье-Стокса. Созданный пакет прикладных программ состоит из набора кейсов, включающих неизменяемую (решатель) и настраиваемую пользователем под конкретную задачу (расчетная сетка, конфигурационные файлы расчета, константы модели, файлы полей, задающие начальные и граничные условия) части. Работа с пакетом прикладных программ

демонстрируется на решении задачи о течении вязкой несжимаемой жидкости в прямоугольном канале.

В настоящее время существует множество пакетов прикладных программ, позволяющих моделировать течение вязкой несжимаемой жидкости. Например, ANSYS, основанный на методе конечных элементов (МКЭ, [1]), OpenFOAM, основанный на методе конечных объемов (МКО, [2]) или XFlow, основанный на методе конечных разностей (МКР, [3]).

Наибольший практический интерес вызывают комплексные задачи, в которых необходимо моделировать не только течение вязкой несжимаемой жидкости, но и связанные процессы, специфичные для конкретной задачи. Например, в задаче о размыве грунта [4] под воздействием течения вязкой несжимаемой жидкости требуется на каждом временном шаге рассчитывать поле скоростей при текущей донной поверхности, поле скорости является входной информацией для определения сдвиговых напряжений, по которым определяется изменение геометрии дна, далее производится расчет поля скоростей течения жидкости с учетом перестроенной границы расчетной области. Данный пример демонстрирует изменение расчетной области без изменения граничных условий в процессе моделирования течения вязкой несжимаемой жидкости. Другой класс связанных процессов можно охарактеризовать изменением граничных условий в смежной задаче при неизменной геометрии расчетной области. Например, моделирование работы волнопродуктора в задаче о генерации поверхностных волн [5].

Существующие программные комплексы, основанные на методе конечных элементов, позволяют рассчитывать различные модели течения вязкой несжимаемой жидкости, но не содержат необходимых частей для расчета связанных задач, поэтому, в случае выбора готового программного комплекса, появляется необходимость в изучении его внутренней структуры, верификации решателей и создания дополнительных модулей. В связи с этим было принято решение о создании собственного программного комплекса для решения задач течения вязкой несжимаемой жидкости на основе метода конечных элементов, который будет верифицирован и позволит добавлять дополнительные модули при необходимости.

Выбор метода конечных элементов [6] обусловлен рядом преимуществ по сравнению с МКР и МКО. Его достоинством, по сравнению с МКР, является индифферентность в отношении геометрии расчетной области, а по сравнению с МКО – меньший размер решаемых систем линейных алгебраических уравнений.

Состав пакета прикладных программ

1. Решатели – это программы, реализующие численное решение различных классов задач. В данный момент реализованы решатели для моделирования течений вязкой несжимаемой однородной жидкости, описываемых системой уравнений Навье-Стокса, а также для моделирования течений со свободной границей на основе применения модели двухфазных жидкостей.
2. Кейс – конфигурация для выбранного решателя, состоящая из описания прикладной задачи в заданном формате. Для каждого решателя представлены примеры кейсов, описывающие классические задачи. Например, для решателя задач о течении вязкой несжимаемой жидкости предложены следующие кейсы: течение Пуазейля в прямоугольном канале, течение в каверне с движущейся крышкой, обтекание прямоугольного уступа.
3. Утилиты – вспомогательные программы для установки начальных значений в заданных расчетных областях и программа, преобразующая результаты вычислений для визуализации в ParaView [7] или Tecplot [8].

Реализация

В пакете прикладных программ в качестве языков программирования выбраны C++ и Python. Для реализации решателей используется C++ и объектно-ориентированный подход, так как выполнение расчетов для моделирования задач требует высокой скорости выполнения программ и бережное отношение к памяти. Основные классы:

- Mesh – предназначен для представления структуры расчетной сетки.
- Basis – задает базисные функции для аппроксимации исходной функции на элементах.
- ScalarField, VectorField – хранят скалярные и векторные поля, участвующие в расчете.
- BoudaryCondition – описывает граничные условия.
- Operator – задает операторы, действующие на поля.
- Equation – описывает уравнения, решаемой задачи.
- Solver – предоставляет решатели СЛАУ.
- TaskController – управляет процессом решения задачи.

Для вспомогательных утилит выбран язык программирования Python, так как он предоставляет инструменты для обработки больших массивов данных, позволяет реализовывать задачу небольшим количеством кода и имеет достаточную скорость выполнения программ.

В качестве формата описания конфигурационных файлов кейса выбран JSON (JavaScript Object Notation), как один из наиболее распространённых на данный момент.

Применение пакета прикладных программ

Рассмотрим основные этапы использования ППП на примере задачи моделирования течения Пуазейля. Дифференциальная постановка задачи представляет собой систему уравнений Навье-Стокса (1)-(3) с граничными условиями (4)-(6):

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{\text{Re}} \Delta u, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{\text{Re}} \Delta v, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad (3)$$

$$u = 0, v = 0, (x, y) \in \Gamma_2, \Gamma_4, \quad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} = 0, v = 0, (x, y) \in \Gamma_1, \Gamma_3, \quad (5)$$

$$p = p_1, (x, y) \in \Gamma_1, \quad (6)$$

$$p = p_2, (x, y) \in \Gamma.$$

Подготовим сетку, соответствующую расчетной области, в программе Salome [9] (рис.1).

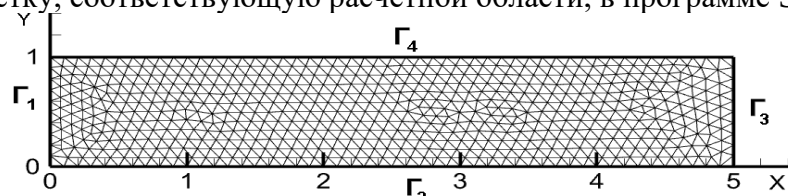


Рисунок 1. Схема расчетной области с заданной сеткой для течения Пуазейля

Далее опишем наполнение кейса, изображенное на рисунке 2. Экспортируем полученную сетку и границы области в формате данных dat в директорию Mesh.

Имя	Тип
configuration.json	JSON Document
Fields	Папка
0	Папка
P	Папка
boundaryConditions.json	JSON Document
information.json	JSON Document
values	TextEdit
U	Папка
boundaryConditions.json	JSON Document
information.json	JSON Document
values	TextEdit
Mesh	Папка
boundary.dat	DAT file
Mesh.dat	DAT file
Visualization	Папка

Рисунок 2. Структура кейса

Для описания граничных и начальных условиях необходимо заполнить файлы `boundaryConditions.json` и `values` для каждого типа поля: для поля вектора скорости U в поддиректории `Fields/0/U`, для поля давления P – в `Fields/0/P`, где `0` – поддиректория, соответствующая начальному моменту времени по умолчанию.

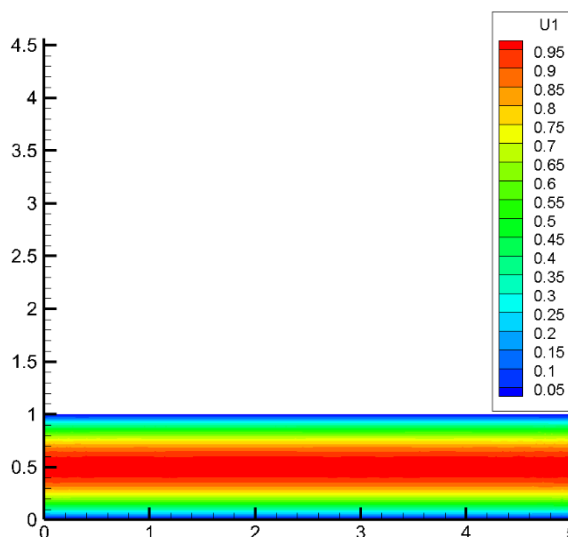


Рисунок 3 Визуализация горизонтальной компоненты скорости в программе Tecplot

В конфигурации `configuration.json` задаем константы расчета — число Рейнольдса Re ; шаг по времени, время начала и окончания расчета; решатель СЛАУ и точность решения СЛАУ; частота записи выходных данных.

Для начала расчета необходимо запустить нужный решатель с указанием пути до кейса в качестве аргумента.

По завершении расчета, выходные данные можно преобразовать к форматам `vtk` для ParaView и `dat` для Tecplot с помощью утилиты конвертации.

В результате получаем визуализацию расчета, по которой возможен дальнейший анализ и интерпретация полученного численного решения задачи (например, рис. 3).

Заключение

В заключении можно отметить следующие особенности созданного пакета прикладных программ:

- В основе ППП лежит МКЭ, реализованный в виде набора операторов, универсальных относительно решения 2D и 3D задач. Данная возможность обеспечивается

автоматическим выбором размерности решаемых задач при считывании расчетных сеток из файлов данных.

- ППП состоит из набора кейсов, включающих неизменяемую (решатель) и настраиваемую пользователем под конкретную задачу (расчетная сетка, конфигурационные файлы расчета, константы модели, файлы полей, задающие начальные и граничные условия) части.
- Пакет обладает свойством расширяемости – возможностью создания собственного решателя для систем дифференциальных уравнений, описывающих моделируемую среду, на основе реализованных полей и операторов над ними. Данное свойство также обеспечивает возможность добавления модулей для расчета дополнительных характеристик или связанных процессов.
- В случае использования других препроцессоров или постпроцессоров достаточно написать дополнительные утилиты-конвертеры, не изменяя ничего дополнительно.
- В пакете реализована возможность продолжения счета после прерывания расчета. Это обеспечивается сохранением расчетных полей на промежуточных временных слоях, пригодных для постпроцессинга, а также необходимых для продолжения счета.

Литература и источники

1. Программный комплекс ANSYS Fluent [Электронный ресурс] // URL: <https://ansys.com/products/fluids> (дата обращения 14.04.2020).
 2. Программный комплекс OpenFOAM [Электронный ресурс] // URL: <https://openfoam.org> (дата обращения 14.04.2020).
 3. Иванов, К. С. Использование итерационных схем при решении систем нестационарных уравнений Навье-Стокса: дис. ... канд ф.-м. наук: 05.13.18: защищена 04.12.2015 [Текст] / К. С. Иванов. – Кемерово, 2015. – 118 с.
 4. Yushkov, A. Computational investigation of turbulent flow impact on non-cohesive soil erosion near foundations of gravity type oil platforms [Текст] / Yushkov A. [и др.] // 2016 International conference mathematical and information technologies, MIT 2016 Vrnjacka Banja, 28 августа - 05 сентября 2016 г. -2017. –Р.524-534.
 5. Афанасьев, К.Е. Численное моделирование работы опытного генератора одиночных поверхностных волн [Текст] / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 6-14.
 6. Коннор, Д. Метод конечных элементов в механике жидкости [Текст] / Д. Коннор, К. Бреббиа. – Л.: Судостроение, 1979. - 264 с.
 7. Программное обеспечение ParaView [Электронный ресурс] // URL: <https://paraview.org/> (дата обращения 14.04.2020).
 8. Программное обеспечение Tecplot [Электронный ресурс] // URL: <https://tecplot.com/> (дата обращения 14.04.2020).
 9. Программное обеспечение SALOME [Электронный ресурс] // URL: <https://salome-platform.org/> (дата обращения 14.04.2020).
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Стуколов С.В., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

УДК 378.147.22

МЕТОДЫ И ПРИЁМЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОПРОСОВ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ В УЧЕБНОЙ И ВНЕУЧЕБНОЙ РАБОТЕ В 7-8 КЛАССАХ

Артамонов И.Ю.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

artamonov156@yandex.ru

Изучение исторического материала в процессе обучения учащихся среднего звена общеобразовательной школы по математическим дисциплинам благоприятно влияет на понимание школьниками математики не только как совокупности разных разделов, но и как целостной науки, которая имеет свою собственную историю развития и становления. Исторический материал на уроке математики, при правильном подходе учителя, превращается из необязательного дополнительного материала к изучению, в материал особой важности, определяющий понимание учащимися механизма развития данной науки. Принцип историзма в учебной и внеучебной деятельности на уроках алгебры и геометрии подразумевает внедрение в процесс обучения системы историко-методологических и историко-математических знаний.

При обучении учащихся 7-8 классов истории математики выделяем следующие цели:

- Знакомство обучающихся с моментами истории, биографиями учёных разных эпох, историческими фактами.
- Формирование у школьников способностей к самостоятельному анализу настоящего и прошлого, обобщению и систематизации фактов и т.д.
- Развитие у обучающихся убеждений и ценностей, в основе которых заложены культурные и нравственные достижения всего человечества.
- Подготовка учащихся среднего звена к профильному изучению математики в старших классах.

Вопросам использования исторических сведений в учебном процессе для учащихся основной школы посвящены работы многих учёных: математиков, педагогов, психологов. Так историю математики в своих учебниках рассматривает Г. И. Глейзер. В виде очерков рассматривают данный вопрос А. И. Володарский, Б. В. Болгарский, В. Н. Молодший, К. А. Рыбников, А. Е. Раик, Д. Я. Стройк. На уровне хрестоматий историю математики в школьном процессе рассматривают Ю. А. Белый, И. Г. Башмакова и др., в виде пособий для школьников – Н. Я. Виленкин, И. Я. Депман, Л. Ф. Пичурин, А. А. Свечников, на уровне монографий – Э. И. Березкина, и наконец на уровне диссертационных работ – Ю. А. Дробышев, Т. С. Полякова, Н. А. Бурова, С. В. Носырева и другие.

Многие из вышеперечисленных методистов и педагогов утверждают, что использование элементов историзма в учебной и внеучебной деятельности по математике благоприятно влияет на разрешение образовательных и воспитательных задач в процессе обучения.

Проанализировав школьную учебную литературу скажем, что зачастую в учебниках исторический материал носит сугубо повествовательный характер и представлен учащимся в виде специальных разделов или примечаний. Стоит также отметить, что далеко не во всех учебных пособиях присутствуют исторические сведения или старинные задачи. Приведём краткий анализ учебной литературы для учащихся 7-8 классов в виде таблицы, где покажем присутствие или отсутствие исторических сведений и старинных задач в учебниках разных авторов.

Таблица 3

Автор	Наличие исторических сведений в учебных пособиях	Наличие старинных задач в учебных пособиях
Учебные пособия по алгебре		
Алимов Ш.А., Колягин Ю.М., Сидоров Ю.В. и др.	присутствуют	отсутствуют
Башмаков М.И.	присутствуют, но мало	присутствуют
Дорофеев Г.В., Бунимович Е.А., Суворова С.Б. и др.	присутствуют	отсутствуют
Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешков К.И.	присутствуют	отсутствуют
Мордкович А. Г. и др.	отсутствуют	отсутствуют
Муравин Г.К., Муравин К.С., Муравина О.В.	присутствуют	присутствуют
Никольский С.М., Потапов М.К. и др.	присутствуют	присутствуют
Теляковский С.А.	присутствуют	отсутствуют
Виленкин Н.Я. и др.	присутствуют	присутствуют, но мало
Учебные пособия по геометрии		
Атанасян Л.С.	присутствуют	отсутствуют
Погорелов А.В.	отсутствуют	отсутствуют
Смирнов В.А., Смирнова И.М.	присутствуют	присутствуют, но мало
Александров А.Д.	присутствуют	7 класс: присутствуют
		8 класс: отсутствуют

Включение исторического материала в процесс обучения даёт возможность развития у школьников чувства патриотизма, осуществляет межпредметную связь между такими науками, как история и математика, расширяет кругозор обучающихся, пробуждает любопытство и интерес к изучаемому предмету. Актуальными приёмами для изучения вопросов истории математики являются: проблемное изложение, исследовательская работа ученика или группы школьников, лекция, рассказ учителя, эвристическая беседа. Использование того или другого методического приёма зависит от конкретной ситуации, типа исторического материала и подбирается учителем индивидуально для каждого учебного или внеучебного занятия.

Говоря о методах изучения вопросов истории математики скажем, что на наш взгляд, наиболее продуктивными являются исследовательский и частично поисковый метод. Данные методы являются эффективными средствами для становления творческих способностей обучающихся с помощью проблемных ситуаций во время урока и через проектную или творческую деятельность вне урока. Дробышев Ю.А., рассуждая на тему использования элементов историзма в целях повышения творческих способностей школьников, утверждал, что «использование истории математики учит искусству открытий» [1].

В качестве примера рассмотрим один из дополнительных уроков по алгебре для учащихся 7 класса, частично основанном на поисковом методе изучения. Материал составлен на основе учебника Никольского С.Н. Алгебра. 7 класс [2].

Тема урока: «Треугольник Паскаля».

План урока:

1. Входной тест (10 мин.);
2. Объяснение нового материала (10 мин.);
3. Решение задач (15 мин.);
4. Подведение итогов урока, домашнее задание (2-3 мин);

Тип урока: урок изучения нового материала.

В качестве входного теста предлагаем учащимся самостоятельно решить комплект заданий для того, чтобы пробудить у них интерес к изучаемой теме, понять смысл её применения на практике. Важно, чтобы учащиеся 7 класса самостоятельно поняли, для чего нужен данный метод решения.

a. $(2m + 3)^3$;
b. $(a + b)^2$;
c. $(a + b)^4$;
d. $(k + 2n)^5$;
e. $(4 + a)^6$.

0						1													
1						1		1											
2					1		2		1										
3				1		3		3		1									
4			1		4		6		4		1								
5		1		5		10		10		5		1							
6		1		6		15		20		15		6		1					
7		1		7		21		35		35		21		7		1			
8		1		8		28		56		70		56		28		8		1	
9		1		9		36		84		126		126		84		36		9	
10	1		10		45		120		210		252		210		120		45		10

Объясняя материал, делаем акцент не только на теоретический материал, исторические сведения, но и на практическое применение метода. Следует уточнить, что данный метод работает исключительно для суммы выражений возведённых в какую-либо степень.

$$1) \quad (x + y)^8;$$
$$(x + y)^8 = x^8 + 8x^7y + 28x^6y^2 + 56x^5y^3 + 70x^4y^4 + 56x^3y^5 + 28x^2y^6 + 8xy^7 + y^8.$$

2) $(2x + y)^5$;

$$(2x + y)^5 = 32x^5 + 80x^4y + 80x^3y^2 + 40x^2y^3 + 10xy^4 + y^5.$$

3) $(2x + 2y)^6$.

$$(2x + 2y)^6 = 64x^6 + 384x^5y + 960x^4y^2 + 1280x^3y^3 + 960x^2y^4 + 384xy^5 + 64y^6.$$

В настоящее время возрастает необходимость в систематическом изучении школьниками фактов истории математики. Использование в процессе обучения специально сконструированных многофункциональных учебных заданий с историческим уклоном,

направленных на обогащение и актуализацию разнообразных форм умственного опыта (исторические справки, старинные задачи, учебные тесты по истории математики, исторические экскурсии) благоприятно влияет на повышение качества современного математического образования. Учебные задания такого рода способствуют, так же, развитию у обучающихся устойчивого и прочного интереса к предмету, углубленному и сознательному изучению математики, чтению дополнительной литературы, активизации творческих способностей и творческой деятельности школьников.

Литература и источники

1. Дробышев Ю.А. Многоуровневая историко-математическая подготовка будущего учителя математики. Дисс. д.п.н., - Москва, 2011. – 452 с.
2. Никольский С.М., Потапов М.К. и др. Алгебра. 7 класс: учеб. для общеобразоват. организаций – М. : Просвещение, 2016. – 287 с. : ил. – (МГУ - школе).
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Борисов В.Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

УДК 372.851

ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО МАТЕМАТИКЕ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕРЕСА У УЧАЩИХСЯ 5 КЛАССОВ

Арышева Я.Д.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Yanochka_arysheva@mail.ru

Одной из основных целей внеклассной работы по математике является развитие интереса учащихся к предмету, а также привлечение их к внеклассным дополнительным занятиям. На внеклассные занятия приглашаются все учащиеся, которые имеют желание проверить свои силы, способности, умение решать задачи повышенной сложности и научиться их решать, а также задать интересующие их вопросы.

Программа по математике и методика ее обучения в школе рассчитана на "среднего" ученика. В связи с этим в каждом классе начинается деление учеников на три условных группы: в первую группу входят те, кто быстро усваивает материал и нуждается в дополнительных заданиях, повышенной сложности; во вторую группу относятся те, кто выполняет и усваивает материал на хорошие и удовлетворительные результаты; третья группа состоит из тех, кому с большим трудом дается изучение курса математики. Таким образом, внеклассные занятия можно разделить на три вида:

1. Внеклассная работа как дополнительные занятия для учащихся, отстающих в изучении программного материала.
2. Работа с учащимися, заинтересованными в изучении предмета по решению задач повышенной сложности.
3. Внеклассная работа, направленная на развитие интереса к предмету.

Система внеклассной работы имеет ряд особенностей:

- Содержание внеклассной работы государственной программой не регламентируется, учитель сам подбирает задания, исходя из общего уровня знаний учащихся;
- Продолжительность внеклассных занятий может быть различной, как от 15 минут, так и до целого часа;
- Состав учащихся может быть различным;
- Материал для внеклассных занятий должен быть интересным, занимательным.

Рассмотрим пример одного внеклассного занятия. Данное занятие было разработано с целью заинтересовать учащихся и обобщить материал пройденный в первой четверти 5-го

класса. Форма внеклассного занятия-математическая игра, рассчитанная на полноценный урок. Занятия проводятся один раз в неделю в течение 45 минут, при необходимости возможно проводить дополнительные занятия.

Материал составлен на основе учебника Математика. 5 класс - Виленкин Н.Я., Жохов В.И. [3].

Тема занятия «Морской бой».

Внеклассное занятие делится на 3 части. В первой части разделяем учащихся на равные команды (число команд может быть различным) и объясняем правила игры, во второй части происходит непосредственно игра и в третьей, заключительной, подводим итоги.

I Часть

Начинаем занятие с разделения учащихся на равные по уровню знаний команды и объясняем правила.

Правила.

В нашей игре «Морской бой» есть только одно игровое поле – квадрат, который состоит из 10 строк и 10 столбцов, обозначенных числами от 1 до 10 и буквами от А до К.

На поле спрятаны 10 кораблей, как и в стандартной игре. Команды по очереди «стреляют», называя клетки, например, Г7. Помимо кораблей на поле есть еще 10 клеток, которые обозначают переход хода, а также 70 клеток с различными заданиями (по 7 на каждую тему):

С – сложение

В – вычитание

З – текстовая задача

Г – геометрическая задача

К – комбинаторная задача

Т – вопрос по теории

Б – значение буквенного выражения

У – умножение

Д – деление

Х – уравнение.

С1	Б1	Д1			К1	С5	Б3	У4	
		В1	Г2	У7	З1	Т2		К2	С4
Т1		Б2	У1	Х1		У3	Г3	Д6	З2
В2			З6		К3	Д5	Х3		Т3
Г1		К4	В3		Х2	С2	Б4		З7
С6	Т5	Д2		Х6	Д4		Г4	В7	Х4
Х7	В4	Б6	У2	Т4	В6		У5		Г7
	Г6	С3	Т7	З3	Г5		К6	Д7	
Б7		К5	Д3		Б5	З4	С7	Т6	Х5
Б5	З5				У6	К7			

Таблица 4. Игровое поле

Главная цель – набрать как можно больше баллов, сделать это можно путём попадания в корабли или верного решения задач. Если команда попадает в корабль, то она получает 1 балл и право следующего хода. При попадании в клетку с заданием все команды выполняют его и, в случае правильного ответа, также получает 1 балл и право очередного хода, в случае не правильного ответа, отвечает команда, первая поднявшая руку. На обдумывание ответа командам дается 1 минута времени. Для более слаженной работы команды и лучшего усвоения учитель в праве сам выбирать кто ответит или даже вызвать к доске с полным разбором и решением задания.

Игра завершается после того, как участники «потопят» все корабли или если в течение 45 минут игры остаются еще корабли, то побеждает команда, которая набрала больше очков. Участников можно наградить положительными отметками.

Серые квадраты-корабли, черные-пропуск хода, остальные-задания.

II Часть. Игра и задания.

Примеры заданий для игры

1. Задания под буквой С – сложение натуральных чисел:

С1. Решите: $23\ 034\ 115 + 6\ 782\ 087$ (29 816 202)

C2. Решите: $673\,007 + 1\,346\,328(2\,019\,335)$

2. Задания под буквой В – вычитание натуральных чисел:

B1. Решите: $863\,954 - 27\,997(835\,957)$

B2. Решите: $53\,743 - 11\,961(41\,782)$

3. Задания под буквой З – текстовые задачи:

З1. Решите задачу:

В одной школе 913 школьников, а в другой – на 194 школьника меньше. Сколько школьников в двух школах? (1632)

З2. Решите задачу:

Лыжник за 3 ч прошел 60 км. Сколько времени ему потребуется, чтобы с той же скоростью пройти 80 км? (4 часа)

4. Задания под буквой Г – геометрические задачи:

Г1. Решите:

В треугольнике ABC сторона AB равна 40 см, и она больше стороны BC в 4 раза. Найдите длину стороны AC, если периметр треугольника ABC равен 73 см. (23 см)

Г2. Решите:

Точка C лежит на отрезке AB. Найдите длину отрезка AB, если AC = 14 см, а длина отрезка CB в 3 раза больше длины отрезка AC. (56 см)

5. Задания под буквой К – комбинаторные задачи:

К1. Решите комбинаторную задачу:

Сколько четырехзначных чисел можно составить из цифр 2 и 5? (16 чисел)

К2. Решите комбинаторную задачу:

В классе 23 человека. Сколькими способами можно выбрать старосту класса и его заместителя? (506 способов)

6. Задания под буквой Т – вопросы по теории:

Т1. Ответьте на вопрос:

Как найти неизвестное делимое? (частное умножить на делитель)

Т2. Ответьте на вопрос:

Как найти неизвестное вычитаемое? (из уменьшаемого вычесть разность)

7. Задания под буквой Б – найти значение буквенного выражения:

B1. Найдите значение выражения: $(a + 34) + 17$, при $a = 19$ (70)

B2. Найдите значение выражения: $(63 + a) - 23$, при $a = 38$ (78)

8. Задания под буквой У – умножение натуральных чисел:

У1. Решите: $23\,765 \cdot 21(499\,065)$

У2. Решите: $843\,402 \cdot 59(49\,760\,718)$

9. Задания под буквой Д – деление натуральных чисел:

Д1. Решите: $48\,336 : 304(159)$

Д2. Решите: $282\,905 : 413(685)$

10. Задания под буквой Х – уравнение:

Х1. Найдите корень уравнения: $469 + (x + 68) = 677$ ($x = 140$)

Х2. Найдите корень уравнения: $(x + 294) - 432 = 145$ ($x = 283$)

III Часть. Подведение итогов.

В конце занятия проводится беседа, в которой выясняется: что вызвало затруднения в ходе игры, что понравилось и т.д.

Несмотря на свою необязательность для учащихся, внеурочные занятия по математике заслуживают особое внимание каждого учителя, преподающего этот предмет. Введение в школьное образование дополнительных занятий по математике, может повысить качество и уровень знаний учащихся, а также поможет выделить одаренных и расположенных к предмету

детей. Различные формы внеклассной работы могут привлечь большое количество учащихся на посещение дополнительных занятий.

На внеурочных занятиях в максимальной мере нужно учесть возможности и интересы своих учеников. Внеклассная работа по математике дополняет обязательную учебную работу по предмету и должна способствовать более глубокому усвоению учащимися материала, предусмотренного программой.

Литература и источники

1. Дидактические материалы по математике: 5 класс: к учебнику Н.Я. Виленкина и др. «Математика.5 класс». ФГОС (к новому учебнику) / М.А. Попов. _ 8-е изд, перераб. и доп. – М.: Издательство «Экзамен», 2017. -112с.
2. Математика 5 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / [Г.В. Дорофеев, И.Ф. Шарыгин, С.Б. Суворова и др.]; под ред. Г.В. Дорофеева, И.Ф. Шарыгина. – 5-е изд. - М.: Просвещение, 2017.-287 с.
3. Математика 5 класс: учеб. Для учащихся общеобразоват.учреждений/ Н.Я. Виленкин, В.И. Жохов, А.С.Чесноков,С.И. Шварцбург.- 31-е изд., стер.-М.: Мнемозина, 2013.-280с.
4. Математика. Дидактические материалы. 5 класс: учеб.пособие для общеобразоват.организаций/ М.К. Потапов, А.В. Шевкин. – 14-е изд. – М.: Просвещение, 2017. - 96 с.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Сергеева О.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.851

РЕШЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ

Бабаджанова В.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

nikakem97@gmail.com

Олимпиадные задачи — термин в математике, предназначенный обозначить круг задач, решение которых потребует неожиданного и оригинального подхода.

Решение данного типа задач принципиальным образом отличается от решения даже очень трудных задач школьного уровня. Прежде всего это связано с выбором разделов, которые традиционно рассматриваются на олимпиадах. Например, такие разделы как: графы, уравнения в целых числах, теория игр, задачи на раскраски, на смекалку и т. п., рассмотрение которых не предусмотрено школьным курсом математики. Тем более, если речь идет о логических задачах, элементах теории чисел, а также принципе Дирихле. Задачи же по геометрии, встречающиеся в олимпиадах, требуют нестандартного подхода в их решении, как и задачи из других «знакомых» разделов.

Время, которое отводится на выполнение олимпиадного задания, строго определено. В качестве задач участникам олимпиады предлагаются задачи не базового уровня или повышенного уровня (по меркам школьного курса математики), а нестандартные задания. Такие задания могут быть простыми по своей формулировке, но требующими для решения использования нестандартных методов.

Можно отметить то, что почти все разбираемые разделы можно одинаково успешно рассматривать на факультативных занятиях как в 5-х, так и в 11-х классах. Естественно, рассматриваемый материал будет разниться как объемом, так и глубиной преподносимого, перечнем разбираемых разделов математики (необходимо их соответствие изучаемому школьному курсу).

Так какую же задачу можно назвать нестандартной? «Нестандартные задачи - это такие задачи, для которых в курсе математики не имеется общих правил и положений, определяющих точную программу их решения» [3].

Необходимо отметить и то, что понятие «нестандартной задачи» относительно, так как, учитывая то, знакомы мы со способами решения такого типа задач или нет, одну и ту же задачу можно рассматривать как стандартную, так и нестандартную.

Таким образом, олимпиадная задача – это такая задача, алгоритм выполнения которой неизвестен, т.е. неизвестно ни то, каким способом ее решить, ни то, на какой учебный материал опираться при решении данной задачи. Кроме того, многие такие задачи требуют специальных знаний и подготовку.

Учащийся, знающий стандартные приемы решения задач, требующих нестандартного подхода к решению, может успешно участвовать в предметной олимпиаде. Заниматься подготовкой «олимпиадников» целесообразно начинать в 5-7 классах. Именно благодаря такому подходу учащийся, попавший на олимпиаду в 8-9 классах, сможет чувствовать себя уверенно: скажется накопленный к тому времени опыт решения нестандартных задач.

В Елыкаевской СОШ созданы все условия для подготовки детей к математическим олимпиадам. Для этого разработан специальный факультативный курс «Решение нестандартных задач по математике» для 8-9 классов. Данный курс рассчитан на 34 часа в год. Тематическое планирование составляется с учетом возрастных особенностей, программ, учебников.

Факультативное занятие проводится раз в две недели в течение 45 минут в классе, оборудованном для занятий по математике. Занятие начинается с сообщения темы, устного опроса, определяющего, знакомы ли учащиеся с темой занятия. Материал занятий составляется на основе учебников Добофеев Г.В. Алгебра.8 класс [1] и Дорофеев Г.В. Алгебра.9 класс [2] и методических материалов по решению текстовых задач, а также олимпиадных задач.

Рассмотрим некоторые задания одного из занятий факультативного курса 9 класса.

Тема занятия: «Решение логических олимпиадных задач табличным методом»

Количество часов для изучения темы -2 часа.

Вводное слово.

В процессе решения логических задач табличным методом условия, содержащиеся в задаче, и результаты рассуждений оформляются и фиксируются в специально составленной таблице. Данный метод оформления заключается в построении таблиц истинности при решении текстовых логических задач. Фиксирование данных в таблице способствует правильным логическим выводам в ходе решения задачи, а также помогает наглядно представить условие задачи или ее ответ.

Решение задач. Комментированные упражнения.

Задача №1

Три одноклассницы — Валя, Римма и Сара, встретились спустя 7 лет после окончания школы. В ходе разговора выяснилось, что одна из них стала врачом, другая юристом, а третья химиком. Одна полюбила дайвинг, другая бег, страсть третьей — бокс.

Сара сказала, что на дайвинг ей не хватает времени, хотя ее брат — единственный врач в семье, профессионально занимается дайвингом. Врач сказала, что она разделяет увлечение коллеги.

Забавно, но у двоих из подруг в названиях их профессий и увлечений не встречается ни одна буква их имен.

Определите, кто чем любит заниматься в свободное время и у кого какая профессия.

Решение. Здесь исходные данные разбиваются на тройки (имя — профессия — увлечение).

Из слов Сары ясно, что она не увлекается дайвингом, и она не врач. Из слов врача следует, что она дайвер.

Имя	Сара		
Профессия		врач	
Увлечение		дайвинг	

Буква "а", присутствующая в слове "врач", говорит о том, что Валя тоже не врач, следовательно врач — Римма. В ее имени есть буквы "и" и "а", встречающиеся в слове "дайвинг", следовательно вторая из подруг, в названиях профессии и увлечения которой не встречается ни одна буква из ее имени — Сара. Сара не юрист и не боксер, так как в ее имени содержатся буквы "р" и "с". Следовательно, окончательно имеем:

Имя	Сара	Римма	Валя
Профессия	химик	врач	юрист
Увлечение	бег	дайвинг	бокс

Ответ. Валя — юрист и боксер, Римма — врач и дайвер, Сара — химик и бегун.

Закрепление пройденного

Задача №1.

Маша – родственница Леры, Саша и Лера – родственницы Евгении, Даша – родственница Маши или Леры. Выписать все варианты родственных связей между ними.

Ответ: все они – родственницы.

Задача №2.

Три сестры направились погулять в голубом, сиреневом и красном сарафанах и в балетках таких же цветов. Известно, что только у Али цвет сарафана и балеток совпадает. Ни балетки, ни сарафан Гали не были голубыми. Соня была в сиреневых балетках. Определите цвет сарафана и балеток на каждой из сестер.

Ответ: у Али – голубой сарафан и голубые балетки, Галя – в красных балетках и сиреневом сарафане, Соня – в сиреневых балетках и красном сарафане.

Задача №3.

На столе в один ряд стоят четыре вазы разного цвета (красного, голубого, желтого и салатного). В каждой вазе находятся цветы только одного из видов: хризантемы, ирисы, пионы и ландыши.

Известно, что:

- 1) Хризантемы и ирисы стоят не в салатной вазе.
- 2) Ваза с пионами стоит между голубой вазой и вазой с ландышами.
- 3) В красной вазе не пионы и не хризантемы.
- 4) Желтая ваза стоит около красной вазы и вазы с ирисами.

Укажите по порядку цветы, которые стоят соответственно в красной, салатной, желтой и голубой вазах.

Ответ: В красной вазе – ландыши, в салатной – пионы, в желтой – хризантемы, в голубой – ирисы.

В конце занятия проводится беседа, в которой выясняется: что нового узнали учащиеся, что вызвало у них затруднения в ходе занятия.

В настоящее время возрастает интерес учащихся к участию в олимпиадах, это обусловлено тем, что участие в олимпиадах помогает детям проявить себя и свои способности.

В заключение хотелось бы отметить, что работа с детьми-«олимпиадниками» - это работа не одного года. Такая работа должна иметь программу (желательно индивидуальную для каждого неординарного ребенка).

Литература и источники

1. Дорофеев Г.В., Суворова С.Б., Бунимович Е.А. и др. Алгебра 8 класс: учеб. для образоват. организаций. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2016. – 320 с.
2. Дорофеев Г.В., Суворова С.Б., Бунимович Е.А. и др. Алгебра 9 класс: учеб. для образоват. организаций. – 5-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 304 с.
3. Фридман, Л.М. Как научиться решать задачи: книга для учащихся 9-11 кл. / Л.М. Фридман. – М.: Просвещение, 2009 – 255 с., С. 112.

Научный руководитель – к.п.н., доцент Сафонова В.Ю., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.851.

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПО ТЕМЕ «ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПРЯМЫХ И ПЛОСКОСТЕЙ. ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ПРЯМЫХ И ПЛОСКОСТЕЙ» С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «GEOGEBRA»

Бойчук Д.Н.

ФГБУ ВО «Кемеровский государственный университет»

darya.zhihareva@mail.ru

Исследовательская работа посвящена разработке онлайн курса, направленного на поиск решения задач и доказательства теорем при изучении первых разделов стереометрии с помощью программы «Geogebra». Особенностью процесса обучения является параллельная работа в Smart и iSpring Suite, что способствует формированию гибких умений, обеспечивающих получение знаний и их закрепление в режиме дистанционного обучения.

При изучении курса стереометрии учащиеся встречают ряд трудностей, обусловленных значительно большей сложностью вопросов геометрических соотношений в пространстве, чем на плоскости. Задача данного онлайн курса облегчить усвоение материала, чтобы каждый учащийся мог не только самостоятельно и наглядно изучить тему, но и подготовиться к профильной сдаче ЕГЭ по математике. Основные проблемы первых разделов стереометрии: строгость логических рассуждений, использование пространственного восприятия, самостоятельность школьников при изучении первой темы стереометрии. Данные проблемы требуют специальных подходов, одним из таких подходов является разработка онлайн курса по теме «Параллельность прямых и плоскостей. Перпендикулярность прямых и плоскостей».

Онлайн курс по теме «Параллельность прямых и плоскостей. Перпендикулярность прямых и плоскостей» представляет собой крупноблочную систему обучения: постановка проблемы; отбор теоретического материала и основных задач; подробное решение основных задач с помощью программы «Geogebra»; систематизация знаний, включающая блок задачного материала, содержащего ответы, комментарии и рисунки. Практическая значимость: разработанного онлайн курса по разделу «Параллельность прямых и плоскостей. Перпендикулярность прямых и плоскостей» в крупноблочной форме: доступность курса для учащихся; самостоятельное изучение темы и подготовка к ЕГЭ в своем темпе; использование материала учителями для организации обучения учащихся в дистанционном режиме; возможность учащимся и учителям проверить уровень подготовки по данной теме с помощью прохождения итогового теста; теоретический и задачный материал разработаны в программе «Geogebra» и SMART; итоговый тест представлен в iSpring Suite [1].

Приведем пример одной из основных задач.

Задача. В правильном тетраэдре $SABC$ прямая DO проходит через точку D - середину ребра SC и точку O - точку пересечения медиан треугольника ABC . Точка F - середина ребра SA . Найдём угол между прямыми DO и BF [2].

Решение (в программе «Geogebra»).

Данная задача рассмотрена на 5-ти полотнах программы «Geogebra»:
условие задачи (рис. 1), дано (рис. 2), найти (рис. 3), построение (рис.4),
ход решения (рис. 5).

Для получения чертежа «ДАНО» в программе «Geogebra», нажимаем пошагово флажки получаем 3D чертеж к задаче (рис. 2).

Найти: нажимаем флажок «НАЙТИ» в программе «Geogebra» и получаем построение на чертеже в 3D формате (рис. 3).

Решение: далее нажимаем флажок «РЕШЕНИЕ» в программе «Geogebra» и получаем пошаговое решение задачи. Каждый флажок решения появляется после нажатия, так же выполняется 3D чертеж к решению задачи (рис. 4).

Так же в данной задаче используется «Ползунок» на полотне 2 для письменного решения. Прокручивая ползунок высвечивается пошаговое решение данной задачи.

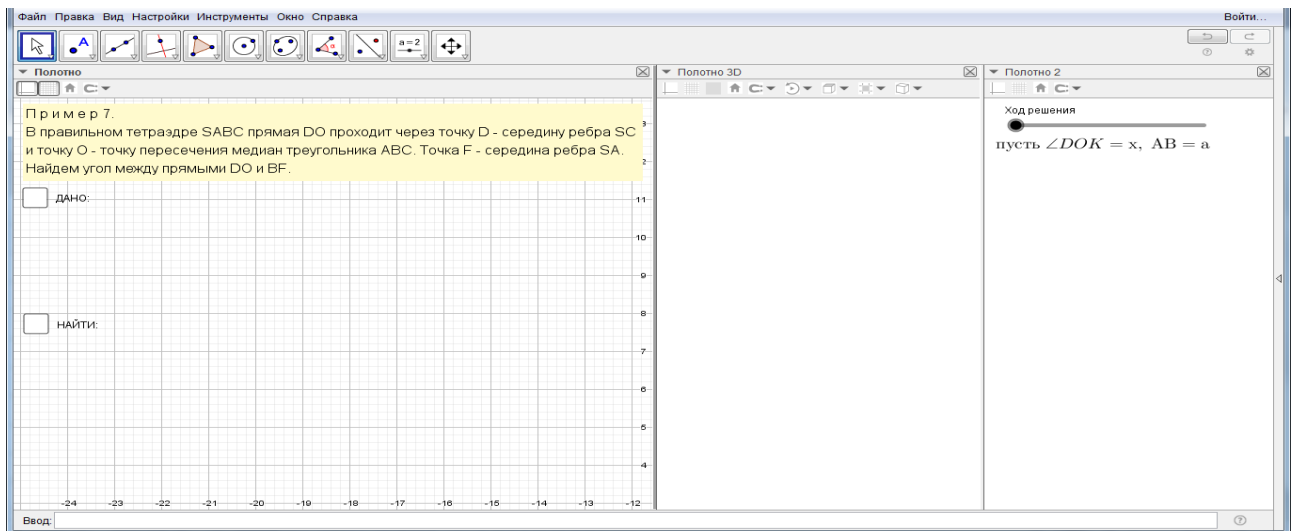


Рисунок 1. Условие задачи

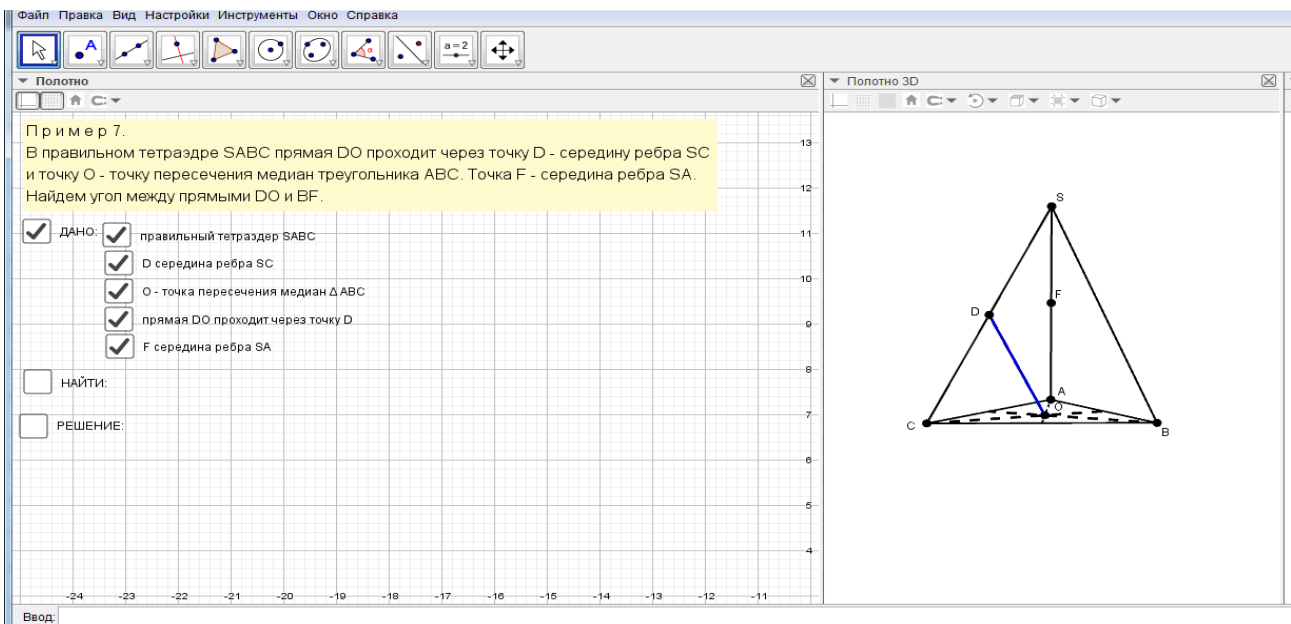


Рисунок 2. Дано

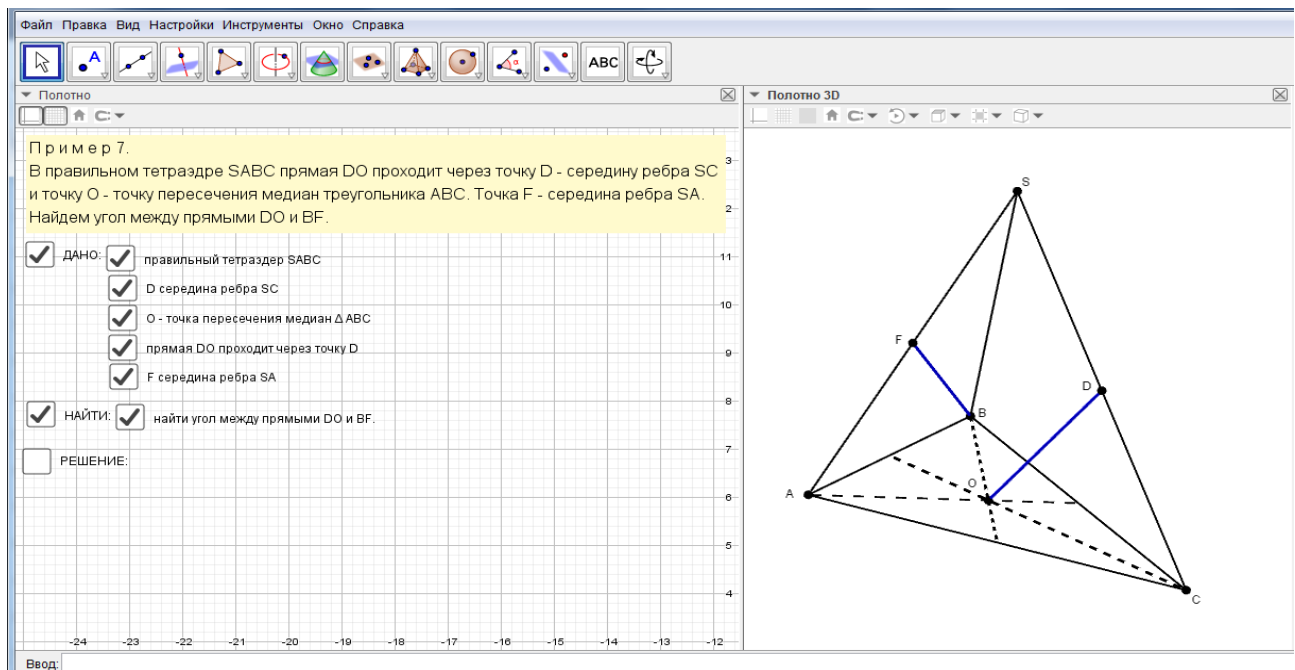


Рисунок 3. Найти

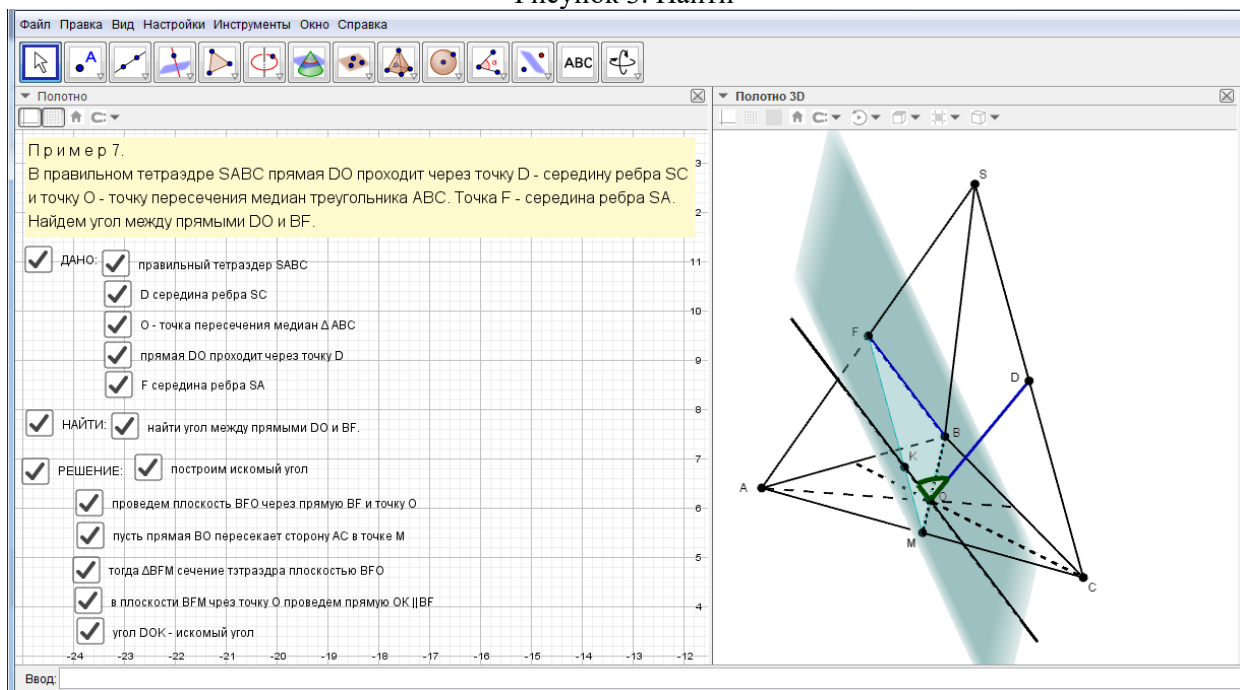


Рисунок 4. Решение

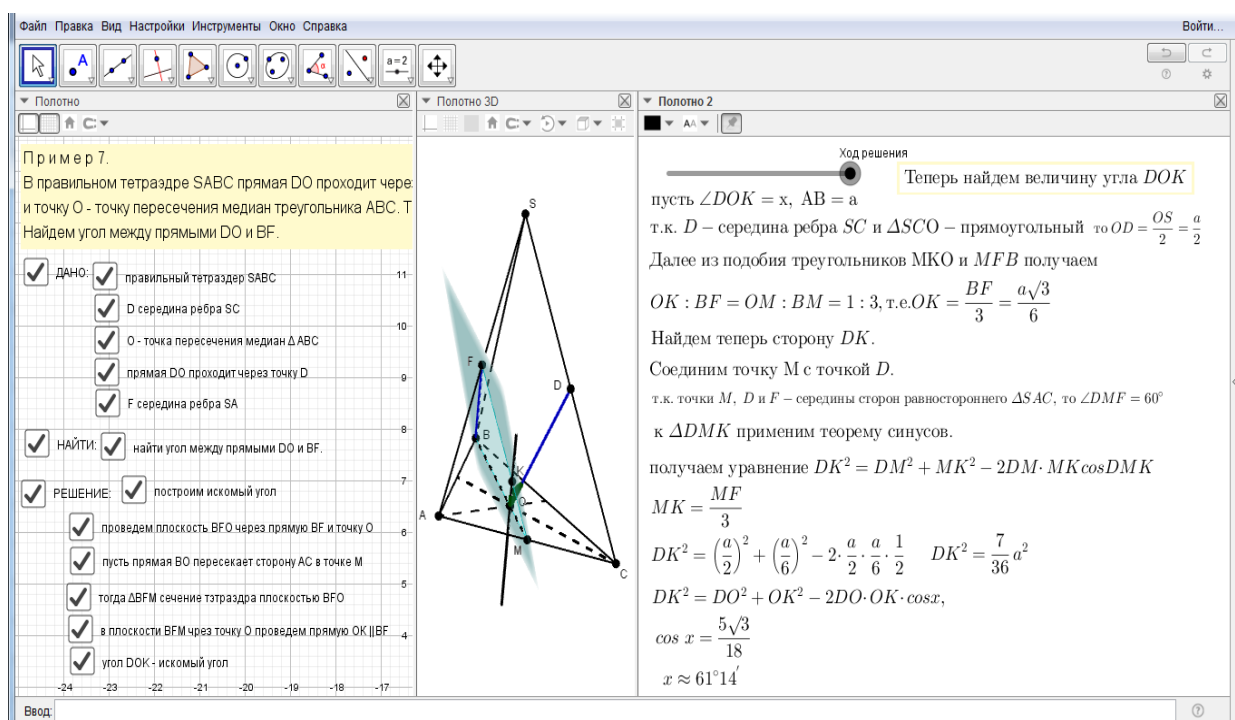


Рисунок 5. Ход решения

Вывод: Существуют различные сложности, связанные с построением, например, построении угла между прямыми, если точка пересечения находится за пределами многогранника, программа «GeoGebra» позволяет решить проблему. Таким образом, программа «GeoGebra» выступает как универсальный программный продукт и ее использование позволяет по – новому строить методику обучения и подготовку к ЕГЭ, повышая наглядность.

Литература и источники

1. <https://www.geogebra.org/> (дата обращения 27.03.20).
 2. Литвиненко В.Н. Задачи на развитие пространственных представлений: Книга для учителя. М : Просвещение, 1991.- 127 с.
- Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Глухова О.Ю., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.016:51

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМ МЕНЕЛАЯ И ЧЕВЫ В ОНЛАЙН КУРСЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Вотинцева А.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

votinceva.anastasia.v@gmail.com

Одним из важнейших разделов в изучении геометрии считается геометрия треугольника. Данный раздел изучается на протяжении всего курса планиметрии, начиная от признаков равенства треугольников, их подобия и т.д. Немалую часть занимает изучение метрических соотношений треугольника, поскольку он имеет много важных и интересных свойств.

Современная практика преподавания курса геометрии на различных уровнях образования предполагает краткое изложение материала, который обычно ограничен стандартными учебниками по геометрии и традиционной школьной программой. Однако, все чаще

школьники сталкиваются с трудностями, решая различные задачи по планиметрии, в частности, имеются определенные проблемы при нахождении отношений отрезков.

Среди теорем о треугольнике существуют такие, изучение которых позволяет существенно расширить возможности учеников. Теоремы Менелая и Чебы не входят в базовую школьную программу курса по геометрии и встречаются лишь в классах, организующих профильное изучение математики.

Тем не менее, стоит отметить, что данные теоремы позволяют увеличить круг геометрических задач, с их помощью можно посмотреть на геометрию с другой, неожиданной стороны, решить интересные задачи, открыть новые факты.

Цель настоящей работы – включение в образовательный проект «Стереометрия» (электронное образование Кемеровской области) раздела с доказательством и применением теорем Менелая и Чебы

В рамках поставленной цели выполнен следующий перечень задач:

- ознакомление с научной литературой по представленной теме;
- формирование методической базы по представленной теме;
- описание доказательства теорем Менелая и Чебы;
- применение теорем Менелая и Чебы на практике.

Образовательный проект «Стереометрия» реализуется для Электронного образования Кемеровской области, с применением набора инструментов для создания интерактивных курсов iSpring Suite [6], свободной математической среды для всех уровней образования GeoGebra и программного обеспечения Smart Notebook. Все рисунки и приложения разрабатываются с помощью данных инструментов и представлены в исследовательской работе.

Рассмотрим формулировку теоремы Менелая [2].

Пусть треугольник ABC пересекается прямой, не параллельной стороне AB и пересекающей две его стороны AC и BC соответственно в точках B_1 и A_1 , а прямую AB в точке C_1 .

Тогда

$$\frac{AB_1}{B_1C} \cdot \frac{CA_1}{A_1B} \cdot \frac{BC_1}{C_1A} = 1 \quad (1)$$

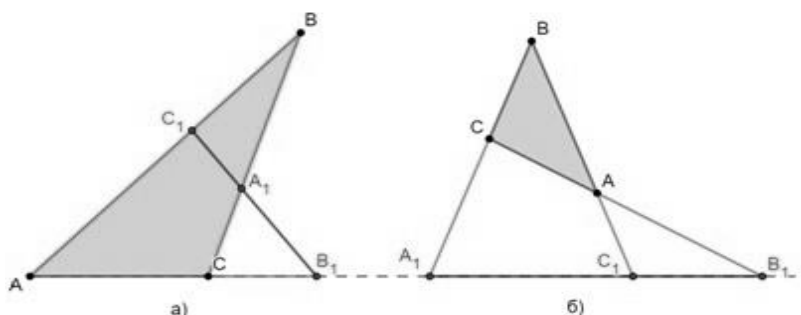


Рисунок 21. Расположение секущей треугольника

На Рисунке 1 два возможных случая расположения секущей и треугольника. На Рисунке 1, а) секущая пересекает две стороны и продолжение третьей стороны треугольника, на Рисунке 1, б) секущая пересекает продолжения всех трех сторон треугольника.

Рассмотрим формулировку теоремы Чебы [2].

В произвольном треугольнике $\triangle ABC$ на сторонах BC , CA , AB или их продолжениях взяты соответственно точки A_1 , B_1 и C_1 такие, что прямые AA_1 , BB_1 , CC_1 пересекаются в некоторой общей точке.

Тогда

$$\frac{BA_1}{CA_1} \cdot \frac{CB_1}{AB_1} \cdot \frac{AC_1}{BC_1} = 1 \quad (2)$$

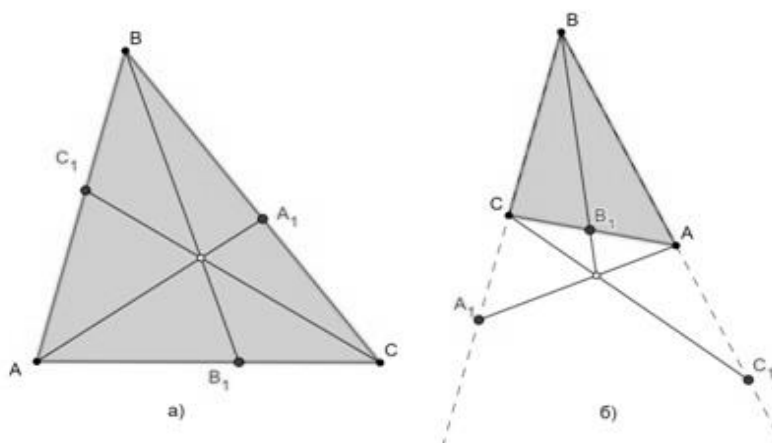


Рисунок 2. Расположение чевиан треугольника

На Рисунке 2 два возможных случая расположения чевиан. На Рисунке 2, а) точка пересечения внутренняя, а концы чевиан лежат на сторонах треугольника, на Рисунке 2, б) точка пересечения внешняя, у двух чевиан концы лежат на продолжениях сторон, а конец третьего чевиана лежит на стороне.

Далее в исследовательской работе рассматривается доказательство, представленное таким образом, чтобы оно было доступно любому школьнику. Затем приводятся примеры применения данных теорем при решении задач.

Изложенный материал представлен в формате онлайн курса с использованием набора инструментов для создания интерактивных курсов iSpring Suite, а также сформированы макеты (шаблоны) для проведения уроков непосредственно учителем в программном обеспечении Smart Notebook.

Литература и источники

1. Атанасян Л.С. Геометрия / Л.С. Атанасян, В.Т. Базылев // Геометрия. В 2 ч. Ч.2. М: Просвещение, 2007
 2. Понарин Я. П. Элементарная геометрия / Я. П. Понарин Т.3: Треугольники и тетраэдры. — М.: МЦНМО, 2004.— 256 с.
 3. Понарин Я. П. Элементарная геометрия / Я. П. Понарин Т.1: Планиметрия, преобразования плоскости. — М.: МЦНМО, 2004.— 312 с.
 4. Прасолов В. В. Задачи по планиметрии;
 5. Смирнов В.А. Геометрия. Стереометрия / В.А. Смирнов. - М.: МЦНМО, 2013
 6. iSpring: Ведущий разработчик технологий для корпоративного обучения [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.ispring.ru/>
- Научный руководитель - профессор, д.ф.-м.н. Н.К. Смоленцев, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С
ЭКОНОМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ***Гусакова К.В.*

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kseniazeltanogova@gmail.com

Одна из важнейших функций школы – это воспитание современного успешного и образованного человека, компетентного в сфере быта и деятельности социальной сферы. Для выпускника школы в наше время одним из ключевых требований является развитие экономического мышление, а также готовность к жизни в условиях рыночной экономики страны. Одними из важнейших условий стали экономические знания, которые пригодятся в любой сфере жизни, особенно в профессиональной.

В связи с вышесказанным, актуальным становится часть учебного времени уделить задачам с экономическим содержанием. Под задачами с экономическим содержанием будем понимать задачи экономической тематики, решение которых требует использования математического мышления и применения математических методов решения[1]. Поэтому есть необходимость формирования у учащихся общих моделей решения таких задач различной сложности.

Использование задач с экономическим содержанием на уроках и во внеклассной работе по математике, создает условия для:

1. понимания учащимися сущности экономических терминов, часто употребляемых в задачах;
2. обучения учащихся с применением некоторых математических методов в экономике;
3. ознакомления учащихся с методами решения математических задач с экономическим содержанием из ЕГЭ;
4. демонстрации ученикам межпредметной связи между математикой и экономикой;
5. формирования у учеников основных представлений об экономике страны.

При решении большого числа задач по математике, школьники встречаются с такими экономическими терминами как производительность труда, валютный курс, цена, акции, инфляция, налог, стоимость, потребительская корзина, потребительский кредит и т.д. В большинстве случаев, использование этой терминологии основывается на инстинктивных представлениях учеников, которые не всегда верны [2]. Поэтому сущность этих терминов преподавателю следует доходчиво объяснить учащимся. Экономические знания помогут учащимся качественно разобраться в особенностях экономических отношений, хозяйственной деятельности предпринимателей. Кроме того, эти знания на эмоциональном уровне воздействуют на подсознание учеников, так как более ярко показывают особенности профессий экономиста.

Задачи с экономическим содержанием можно классифицировать по темам программы школьного курса.

С пятого по седьмой класс школьники изучают задачи с экономическим содержанием на основе простых процентов[3].

Можно выделить такие темы как:

1. проценты;
2. пропорции;
3. решение уравнений;
4. действия с дробями;
5. графики элементарных функций.

Задачи должны быть выбраны так, чтобы их постановка привела к осознанию учащимися необходимости приобретения новых умений и знаний по математике.

Для достижения целей обучения математике невозможно переоценить важность задач проблемного характера. Их использование обеспечивает более точное овладение математической теорией, учит школьников самостоятельному выполнению учебных заданий, приемам поиска, исследования и доказательства, основным мыслительным операциям, выделению главных свойств математических объектов.

В 8 и 9 классах возможно уже рассмотрение задач на сложные проценты в курсе тем:

1. алгебраические дроби;
2. арифметические и геометрические прогрессии;
3. степенная функция.

Исследование степенной функции желательно строить так, чтобы показать учащимся большое разнообразие конкретного использования этой функции в окружающем нас мире, в финансовой деятельности, в промышленности, в производстве.

Ценное значение имеет привлечение школьников к самостоятельному поиску примеров применения математических знаний в известных им жизненных сферах к использованию этих примеров в своих ответах.

В старших классах предоставляются более объемные возможности для пропедевтики математической имитации практических задач с экономическим содержанием. Хорошие возможности предоставляются при изучении тем [3]:

1. производная;
2. интегральное исчисление;
3. применение производной в исследованиях функций;
4. число e .

На дополнительных занятиях школьникам предоставляется возможность увидеть, как абстрактные математические методы применяются для решения экономических задач в темах:

1. неравенство Бернулли;
2. дифференциальное исчисление.
3. предел последовательности;
4. теория графов;

Именно эти дополнительные сведения помогут ученику, избравшему экономическое направление, осознанно воспринять широко используемые в экономике оптимизационные модели, прикладные задачи на максимум и минимум, начала теории управления.

Пример задачи.

Кирилл положил некоторую сумму в банк на 4 года под 10% годовых. Одновременно с ним Савелий такую же сумму положил на два года в другой банк под 15% годовых. Через два года Савелий решил продлить срок вклада еще на 2 года. Однако к тому времени процентная ставка по вкладам в этом банке изменилась и составляла уже $p\%$ годовых. В итоге через четыре года на счету у Савелия оказалась большая сумма, чем у Кирилла, причем эта разность составила менее 10% от суммы, вложенной каждым первоначально. Найдите наибольшее возможное целое значение процентной ставки[4].

Решение.

Предположим, что Кирилл и Савелий первоначально положили в банк S руб.

Динамика прироста вклада Кирилла: к концу 4 года хранения денежных средств на счету Кирилла оказалось $1,1^4 S = 1,4641S$ руб.

Динамика прироста вклада Савелия: к концу второго года на счету Савелия оказалось $1,15^2 S = 1,3225S$ руб. К концу же четвертого года – $1,3225 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^2 S$ руб.

Разность образованных сумм обоих вкладов составила $1,3225\left(1+\frac{p}{100}\right)^2 S - 1,4641S$ руб., что меньше величины $0,1S$. Для оценки возможного значения процентной ставки решим неравенство, описывающее сформулированную ситуацию:

$$1,3225\left(1+\frac{p}{100}\right)^2 S - 1,4641S < 0,1S \Rightarrow 13225\left(1+\frac{p}{100}\right)^2 - 14641S < 1000 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(1+\frac{p}{100}\right)^2 < \frac{15641}{13225} \Rightarrow 1+\frac{p}{100} < \frac{125,06...}{115} \Rightarrow 1+\frac{p}{100} < 1,087.. \Rightarrow \frac{p}{100} < 0,087...$$

Отсюда следует, что $p < 8,7$.

Поскольку условием задачи требуется найти наибольшее возможное целое значение процентной ставки, таким значением будет число 8.

В этом примере используется понятие сложных процентов. Такого рода задачи актуальны, так как они часто встречаются в реальной жизни, кроме того, такого рода задачи весьма распространены во второй части ЕГЭ (см., например задание № 17[4]).

Отметим, что решение задач экономического содержания приближает содержание уроков математики к жизненным реалиям. Они формируют экономический образ мышления и финансовую грамотность обучающихся, способствуют ускорению социальной адаптации учащихся и их интеграции в общество.

Литература и источники

1. Демисенова С.В., Корощенко Н.А., Кушнир Т.И., Шебанова Л.П., Яркова Г.А. Формирование экономической культуры в процессе обучения математике в школе и в ВУЗе // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-13. – С. 2956-2960;
2. Шестаков С.А., Яценко И.В. Подготовка к ЕГЭ по математике в 2020 году. Профильный уровень. – М.: МЦНМО, 2020. – 240с.
3. Хужаниёзова, Г. С. Экономические задачи на уроках математики / Хужаниёзова Г. С., Умирзоков Ж. А. — Текст: непосредственный, электронный // Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — С. 1314-1317.
4. Гуцин Д. Д. Образовательный портал «РЕШУ ЕГЭ: математика». <https://math-ege.sdangia.ru/?redir=1>

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Борисов В. Г. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.800.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВА ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ ПО РЕШЕНИЮ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ

Едакина К. П.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Sweet_angel999@mail.ru

В условиях современной школы, когда центром образовательной деятельности является ребенок, а главной задачей учителя – формирование всесторонне развитой личности, наиболее актуальным становится применение современных технологий обучения, одной из таких технологий является интерактивная технология обучения.

Для рассмотрения интерактивных технологий обучения приведем определения ключевых слов: «интерактивный» и «технология». Термин «интерактивный» в литературном источнике Е. Карпенко трактуется как взаимодействие, нахождение в режиме беседы, диалога, с хорошо организованной обратной связью. «Технология» – означает мастерство, умение, поэтому под интерактивными образовательными технологиями подразумевается хорошо организованный, последовательный и в то же время творческий процесс применения научно – практических методов и педагогических приемов, направленный на достижение учебных целей [1]. Более широким толкованием термина «интерактивное обучение» является рассмотрение его, как способность взаимодействовать или находиться в режиме диалога с чем-либо (например, компьютером) или кем-либо (человеком).

При изучении состояния проблем творческого развития учащихся на уроках информатики, прежде всего, следует отметить понимание творчества. В литературе зафиксировано огромное количество различных определений понятия творчества. Творчество – высшая форма активной и самостоятельной деятельности человека [2]. Новиков Н. Н. дает определение творческому процессу – это всегда прорыв в неизвестное, но ему предшествует длительное накопление опыта, знаний, умений и навыков, он характеризуется переходом количества всевозможных идей и подходов в новое своеобразное качество [3]. Стадии творческого процесса, можно найти в рассуждении Пуанкаре, позднее были более чётко сформулированы в работе психолога Грэма Уоллеса «Искусство мысли» (1926). Он выделил четыре стадии творческого мышления [4].

Отметим, что творчество – это решение творческих (нестандартных) задач. Определение «нестандартная задача», упоминается в работах Ю. М. Колягина: «Под нестандартной понимается задача, при предъявлении которой учащиеся не знают заранее ни способа ее решения, ни того, на какой учебный материал опирается решение» [5]. В своей статье Мендыгалиева А. К. пишет, что нестандартная задача предполагает наличие исследовательского характера. Однако если решение задачи по информатике для одного учащегося является нестандартным, поскольку он незнаком с методами решения задач данного вида, то для другого – решение задачи происходит стандартным образом, так как он уже решал такие задачи и не одну.[6].

Нестандартные задачи традиционно используют не только на уроках, но и в разных формах внеклассной работы. В работе разработан специальный курс во внеурочной деятельности «Нестандартные задачи по информатике» с использованием интерактивных технологий для 8 класса, направленный на творческое развитие учащихся. Рабочая программа курса разработана на основе образовательного стандарта, примерной программы и методических рекомендаций.

Курс рассчитан на 34 часа, занятия проводятся один раз в неделю, в форме лекций, и практических работ на компьютере с помощью необходимого программного обеспечения, а также самостоятельных работ. Любая тема курса начинается с постановки задачи – характеристики образовательного продукта, который предстоит создать ученикам. Во время обучения школьникам предлагается выполнить самостоятельные работы и тестовые испытания для проверки уровня освоения изученного материала. Так же используется систематическое повторение, которое позволяет ученикам вносить новые понятия в структуру уже освоенных знаний.

Проверка достигнутых результатов выполняется в следующих формах: текущая диагностика и оценка учителем работы обучающихся; текущий рефлексивный самоанализ, контроль и самооценка учащимися выполняемых заданий; публичная защита выполненных учащимися творческих работ (индивидуальных и групповых).

Заключительный итоговый контроль проводится в конце всего курса. Он организуется в форме защиты творческих проектов. Созданными программными продуктами учащиеся могут пополнять собственные портфолио работ.

Апробация курса «Нестандартные задачи по информатике» с использованием интерактивных технологий осуществлялась на базе: МАОУ "Камышинская ООШ им. Героя Кузбасса Н.Д. Назаренко" Ленинск-Кузнецкий район, с. Камышино в 8 классе.

Рассмотрим одно из занятий в разделе «Основы алгоритмизации и программирования». Тема урока: «Решение математических задач».

Оборудование: Компьютерный класс, проектор, экран, интерактивная презентация, ПК.

План урока: Организационный момент (2 мин): Постановка цели урока (5 мин); Получение новых знаний (10 мин); Практическая работа (25 мин); Закрепление изученного материала и рефлексия учебной деятельности (3 мин). В ходе всего занятия использовалась интерактивная технология:

Интерактивная лекция – интегрированная передача информации с мультимедийным сопровождением, требует от участников учебного процесса активной деятельности и постоянной обработки информации, объединяет в себе принципы традиционной лекции и тренинговой игры. Участникам предлагается, беседовать друг с другом и с преподавателем. Она предполагает презентацию со стороны учителя, постоянную обратную связь, как от учителя, так и от учеников. Педагог полностью контролирует степень взаимодействия между участниками.

В практической работе ученикам предлагалось реализовать проект «Определение четности или нечетности натурального числа» в среде Scratch (рис. 1), алгоритм, решение которого они не знали. Вместе с заданием им предоставлялась подсказка в виде блоков, расположенных в хаотичном порядке (рис. 2). Учащиеся самостоятельно составили алгоритм решения, ориентируясь на подсказку и реализовали данный проект в среде программирования Scratch.



Рисунок 1. Определение четности или нечетности натурального числа

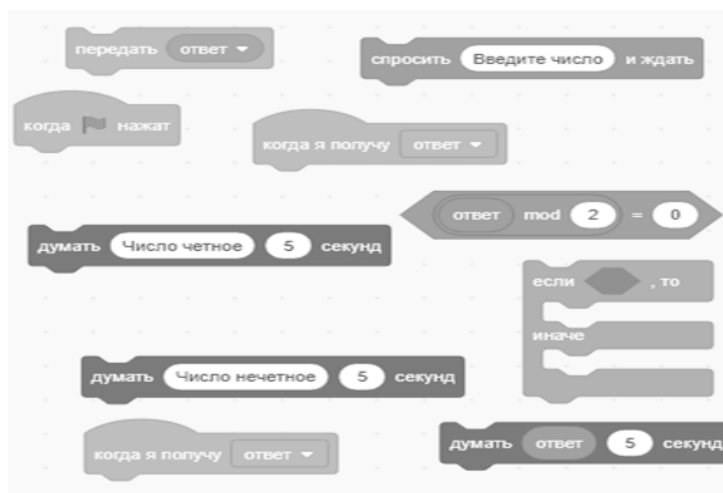


Рисунок 2. Блоки с подсказкой

Решение (рис. 3). В проекте для наглядности использовано два спрайта. Главную роль выполняет первый, который при помощи блока сенсоров (спросить и ждать) запрашивает число. После ввода числа с клавиатуры создаем новое сообщение (передать ответ) с помощью блока

события, и передаем число спрайтам. При помощи блока управления применяем условный оператор (если... иначе) который с помощью блока оператора (остаток от деления на 2) выполняет вычисление и выводит результат на экран.



Рисунок 3. Алгоритм действий для первого спрайта

Второй спрайт просто выводит на экран число, полученное с клавиатуры (рис. 4).

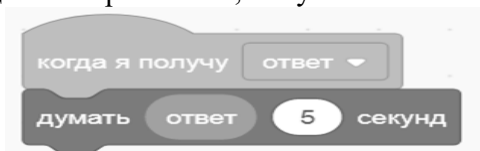


Рисунок 4. Алгоритм действий для второго спрайта

Таким же образом предлагается создать проект «Решения задачи на нахождение суммы цифр трёхзначного числа». Для этого проекта необходимо создать интерактивную программу, которая запрашивает трехзначное число с клавиатуры и выдает сообщение о сумме цифр введенного числа. Используя команды из блоков сенсоры (запрашивается исходное трехзначное число). Для закрепления изученного материала, в конце занятия ученикам были выданы специальные карточки, в которых предлагается ответить на тестовые вопросы, оценить уровень своих знаний по прошедшему уроку.

Таким образом, занятия курса «Нестандартные задачи по информатике» с использованием интерактивных технологий дают возможность не только поднять интерес учащихся к изучению информатики, но и развить творческую самостоятельность.

Литература и источники:

1. Карпенко, Е. «Интерактивные технологии в обучении. Педагогика нового времени»/ О. Райс, Е. Карпенко. - Издательство: Литагент Ридеро, 2017. -167 с.
2. Развитие творческих способностей ребенка на занятиях хореографией как условие гармонизации личности / муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр внешкольной работы» г. Муром сост. М. А. Осипова. - Муром: 2016. - 32 с.
3. Новиков Н. Н. Творческое развитие учащихся на уроках технологии // Молодой ученый. — 2015. — №7. — С. 838-840. — URL <https://moluch.ru/archive/87/16628/> (дата обращения: 21.03.2020).
4. Эпштейн, М. Н. От знания - к творчеству: Как гуманитарные науки могут изменить мир. / М. Эпштейн - М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2016. - 480 с.
5. Колягин, Ю. М. Учись решать задачи / Ю. М. Колягин, В. А. Оганесян //пособие для учащихся VII—VIII классов. – Москва: Просвещение, 1980. – 96 с.

6. Фридман, Л.М. Как научиться решать задачи / Л. М. Фридман, Е.Н. Турецкий. - М.: Просвещение, 1989. – 126 с.

Научный руководитель – к.п.н., доцент Глухова О.Ю. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 373.5.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ»

Еремеева А.Е.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
nastya_eremeeva_2018@mail.ru

В старших классах одной из наиболее сложных тем для усвоения в школьном курсе математики является тригонометрия. Ее элементы присутствуют в итоговых экзаменах и олимпиадах, в частности тригонометрические уравнения представлены в едином государственном экзамене. Это означает то, что такая тема как тригонометрия является одной из базовых составляющих школьного курса математики. В процессе изучения данной темы у многих учащихся возникают трудности, зачастую это бывает от того, что теоретического материала много, а времени на его изучение недостаточно. В последнее время хорошо прослеживается тенденция последовательного увеличения объема учебного материала и ограничения времени, отведенного на его изучения в пределах школы. Это порождает необходимость интенсификации обучения, разработки и внедрения определенных технологий, которые основаны как правило на использовании вычислительной техники с применением активных методов обучения. А именно, необходимо устранять подобные проблемы путем разработки интерактивных учебных пособий с тщательно отобранным учебным материалом и хорошо подобранными методами, и средствами изложения данного материала.

Тема разработки и создания электронных учебно-методических пособий является востребованной и актуальной на данной стадии информационного развития общества. В настоящее время система образования активно внедряет и использует информационные технологии. Компьютерному сопровождению учебного процесса уделяется все больше внимания в образовательных учреждениях, в которых сейчас применяются различные обучающие и тестирующие программы практически по всем дисциплинам.

К примеру, электронные учебно-методические пособия как средства обучения могут использоваться в качестве помощника при самостоятельной и индивидуальной работе. Таким образом, будет устранена одна из основных проблем учебного процесса – организация самостоятельной работы учащихся.

Целью данной работы является разработка электронного учебно-методического пособия по теме «тригонометрические уравнения», апробация и оценка эффективности его применения. Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи: изучена необходимая учебно-методическая литература, отобран и структурирован теоретический учебный материал по выбранной тематике, систематизированы задания, предназначенные для контроля усвоения темы, разработан интерактивный, электронно-методический онлайн курс с использованием пакета инструментов для создания интерактивных курсов iSpring Suite и динамической математической программы для всех уровней образования GeoGebra.

Пособие поделено на 4 главы. В первой рассматривается вся теория, необходимая для дальнейшего решения тригонометрических уравнений. Имеются динамические графики, которые помогут учащимся более наглядно изучить тему тригонометрических функций, их свойств и особенностей. Во второй главе представлены все виды тригонометрических уравнений и методы их решений. Для каждого вида имеется теоретический материал, примеры с решениями и тестирования для закрепления изученного. В третьей главе пособия разобраны методы отбора корней тригонометрических уравнений, по каждому методу

предоставляется теория, примеры различного уровня сложности с подробным решением и заключительное тестирование. Четвертая глава содержит уравнения трех уровней сложности для самостоятельного решения и ответы.

Преимущества применения интерактивного учебно-методического пособия:

❖ **Динамические графики**

Данное преимущество заключается в том, что имеется возможность работать с графиками в реальном времени. Например, можно посмотреть по шагам этапы построения синусоиды.

❖ **Интерактивность**

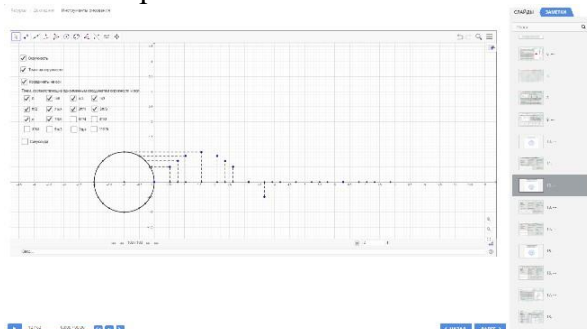


Рисунок 22. Синусоида

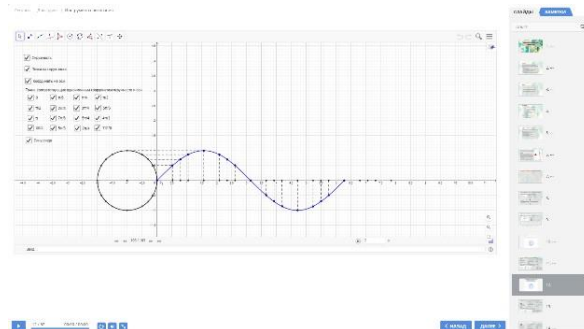


Рисунок 2. Синусоида

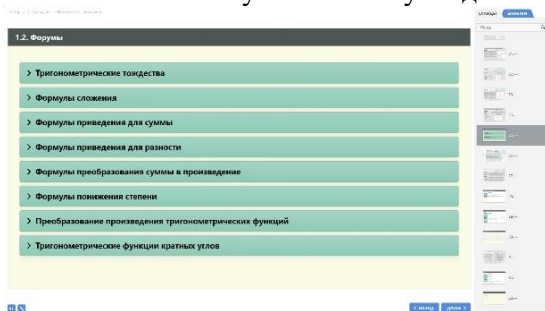


Рисунок 3. Интерактивность

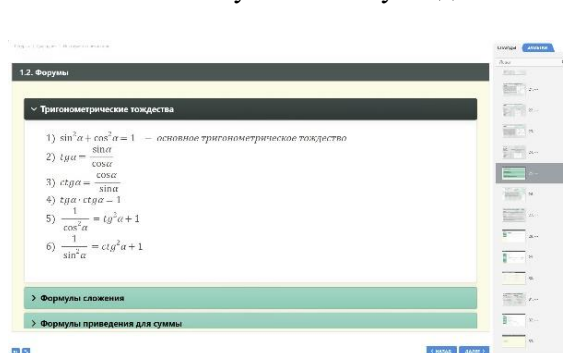


Рисунок 4. Интерактивность

Интерактивные средства создания пособия позволяют сделать его более удобным для чтения. Например, справочные материалы данного пособия сделаны с использованием интерактивности, то есть все пункты раздела находятся на одной странице, что позволяет устранить неудобства навигации.

❖ **Тесты**

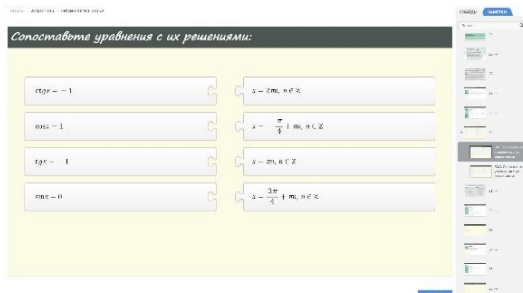


Рисунок 5. Тест

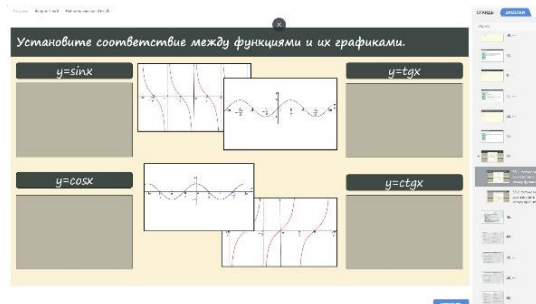


Рисунок 6. Тест

После каждого пройденного пункта имеются тесты для закрепления изученного материала. В пособии представлены разнообразные тесты: на установление соответствия, на выбор одного правильного ответа, на выбор нескольких правильных ответов, на выбор

правильного графика и прочие. По прохождению каждого теста есть обратная связь, то есть ученик сразу видит, где совершил ошибки и какие.

Литература и источники

1. Мордкович А.Г., Семенов П.В. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс. В 2 ч. Ч. 1. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений (профильный уровень) – 6-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2009. – 424с.
2. Мордкович А.Г. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс. В 2 ч. Ч. 2. Задачник для учащихся общеобразовательных учреждений (профильный уровень) / [А.Г. Мордкович и др.] под ред. А.Г. Мордковича – 6-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2009. – 343с.
3. Перепёлкина А.Н., Новосёлов С.И., Геометрия и тригонометрия, М.-Л., 1947
4. Садовничий Ю.В., КГЭ. Математика. Профильный уровень. Задания с развернутым ответом – М.: Издательство «Экзамен» 2019. – 654 с.
5. iSpring: Ведущий разработчик технологий для корпоративного обучения [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.ispring.ru/>
Научный руководитель - профессор, д.ф.-м.н. Н.К. Смоленцев, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 512

ВЕКТОРЫ В ПРОСТРАНСТВЕ. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ НАД ВЕКТОРАМИ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДОМ КООРДИНАТ

Ермакова Т.Б.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
tatyana_ermakova3@mail.ru

Целью данной работы является создание образовательного ресурса по теме «Стереометрии» для электронной школы.

В рамках проекта были завершены следующие этапы:

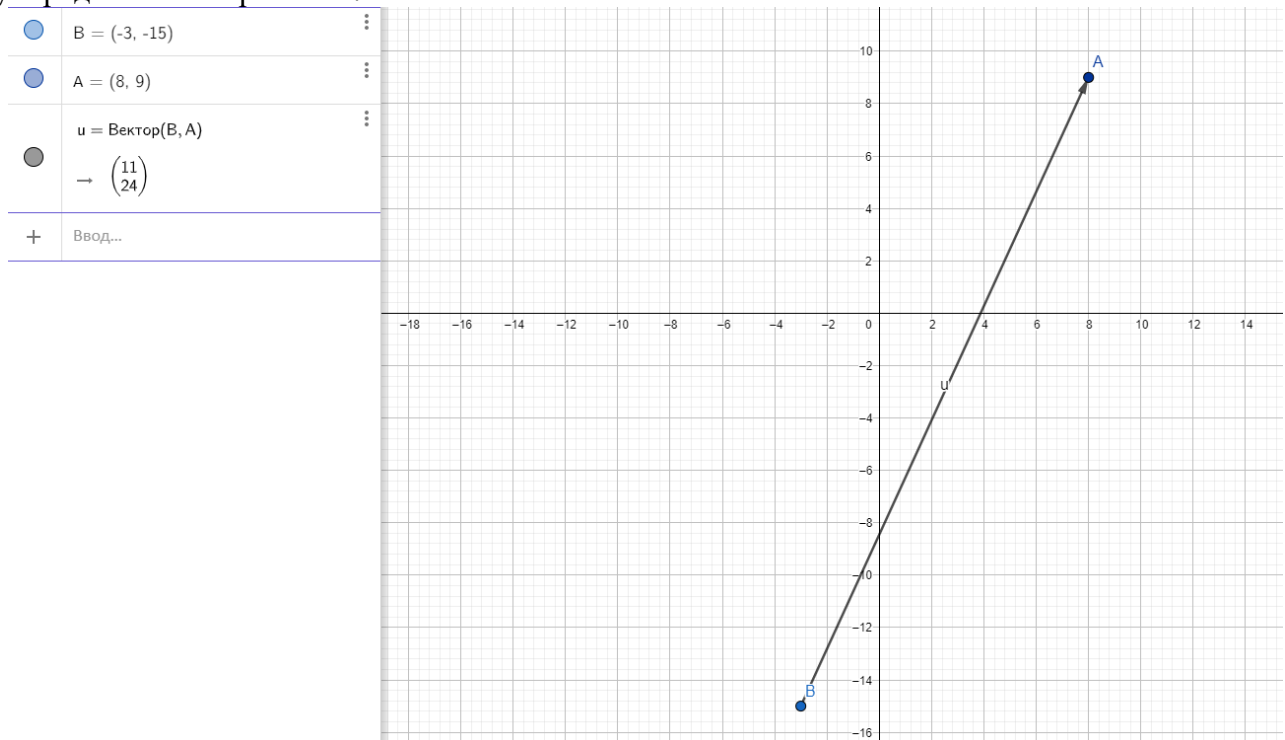
1. Разработать набор занятия по теме "Стереометрия" в формате SMART Notebook с использованием современных возможностей SMART Learning Suite: визуализация, "живые" чертежи, интерактивность, мобильные и облачные возможности обучения и т.п. Разработанные занятия предполагают возможность проводить онлайн занятий со школьниками, разработанные занятия можно также использовать учитель в качестве основы для разработки своих уроков.

2. Разработана серия учебных онлайн курсов (пособий) для онлайн обучения в теме "Стереометрия" в формате SCORM и для ПК. Учебные онлайн курсы предназначены для школьников и учителей. Они создаются в среде iSpring Suite с использованием всех возможностей [1].

Создание онлайн курса по разделу «Векторы в пространстве. Методы координат в пространстве» в рамках образовательного проекта «Стереометрия» и его размещение на платформе КРИПКиПРО позволит учителям математики, учащимся старших классов получить представление о широте применения векторов и метода координат в различных областях человеческой деятельности, познакомиться с некоторыми фактами развития векторного исчисления, усвоить систематизированные сведения о векторах и методе координат в пространстве, научиться проводить аналогии между плоскими и пространственными конфигурациями векторов, применять векторный и координатный метод для изучения плоских и пространственных форм, при решении задач.

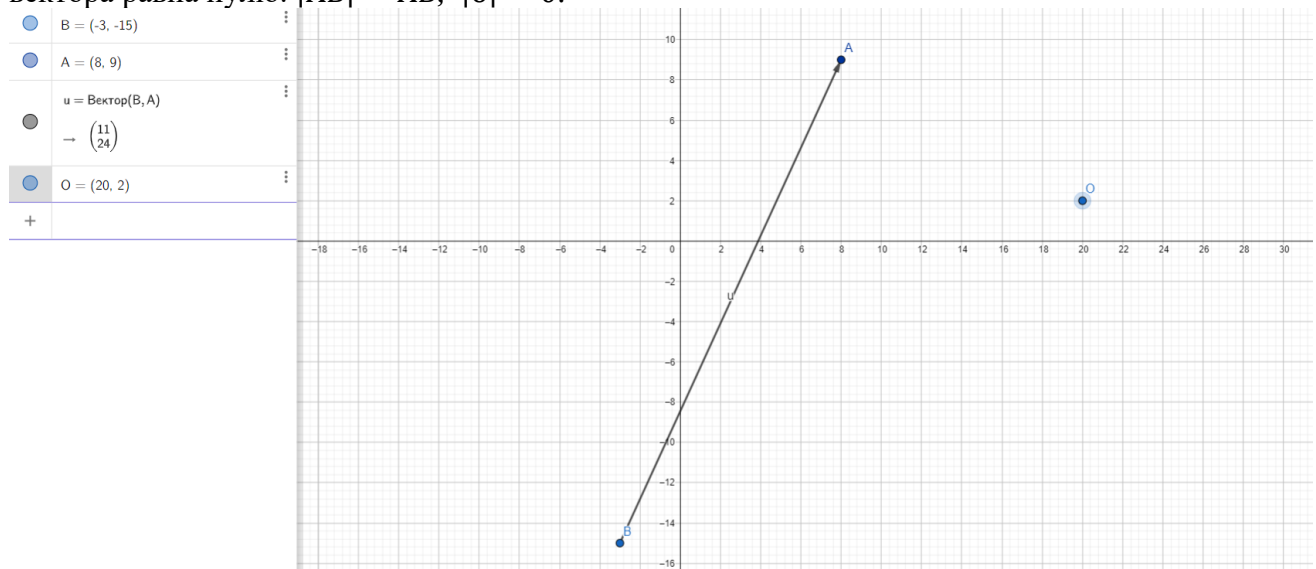
Ежедневно мы сталкиваемся с движением, в пространстве которое можем представить в виде вектора. Маршрут за день, может проходить в различных направлениях мы всегда можем его изобразить на плоскости.

Вектором - направленный отрезок, имеющий длину и направление. Определяется двумя точками: первая точка определяет начало вектора, а вторая - его конец. Также вектор - это упорядоченная пара точек.



Любая точка пространства может рассматриваться как нулевой вектор, начало и конец у которого совпадают. Обозначается $\vec{0}$.

Длиной вектора называется длина соответствующего ему отрезка. Длина нулевого вектора равна нулю. $|\overline{AB}| = AB$, $|\vec{0}| = 0$.



Два ненулевых вектора называются коллинеарными, если они лежат на параллельных прямых или на одной прямой.

Изучение векторов входит в школьную программу и на первый взгляд кажется простым. Однако вектора достаточно сложное и требует развитого пространственного мышления. Чем сложнее путь, который состоит из векторов, тем сложнее вычисления длины пути. Поэтому,

онлайн пособие по данной теме с «живыми» картинками Geogebra и другими эффектами пакета инструментов для создания интерактивных курсов iSpring Suite, является актуальным [3].

Литература и источники

1. iSpring: Ведущий разработчик технологий для корпоративного обучения [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.ispring.ru/>
2. А.П. Киселев Геометрия (планиметрия, стереометрия) / А.П. Киселев. - М.: [не указано], 2017. - 124 с
3. А.Х. Шахмейстер Геометрические задачи на экзаменах. Часть 2. Стереометрия. Часть 3. Векторы / А.Х. Шахмейстер. - М.: Петроглиф, МЦНМО, КДУ, 2014. - 488 с.
Научный руководитель – кандидат пед. наук, доцент, д.ф.-м.н. Глухова О.Ю. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.851.

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОГО РИСУНКОВ ПО ТЕМЕ «СИММЕТРИЯ» СРЕДСТВАМИ GEOGEBRA

Журавлева К.Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
sherolck@bk.ru

Актуальность данной темы особо ярко проявляется в сегодняшней ситуацией дистанционного обучения, т.к. приложение Geogebra работает на любом персональном компьютере (достаточно иметь на нем установленный браузер). Сложившееся положение обучающихся и преподавателей дает возможность использовать программу более полно, раскрывая ее потенциал. Geogebra является широко известным приложением динамического математического программного обеспечения и, на наш взгляд, является одним из лучших приложений для работы в данной области. Удобный и простой интерфейс, возможность создания электронных образовательных ресурсов для всех уровней образования. Анализ схожих программ был проведен автором в статье «Разработка альбома динамических рисунков по теме «симметрия»», опубликованной в материалах XIV (XLVI) Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей» Симпозиум «Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике» [2].

Программа Geogebra бесплатно скачивается с сайта производителя <https://www.geogebra.org/download>. Ее можно установить на любой гаджет или работать онлайн. Geogebra имеет богатый арсенал инструментов, дающий возможность создавать чертежи при помощи циркуля и линейки как на плоскости, так и в пространстве. Каждый объект (точка, отрезок, угол, окружность и т.д.) имеет очень большое число параметров и гибко настраивается. Кроме того, имеется функция автоматической анимации моделей; можно создавать собственные параметры с ползунками, кнопками, текстовые поля и т.д.

Тема «Симметрия» в школьном курсе геометрии изучается в 8-9 классах, в зависимости от авторов учебника. Не во всех учебниках она рассматривается одинаково полно, что создает трудности у учеников в понимании и восприятии материала [2]. В большинстве учебников, внесенных в перечень ФГОС рассматриваются только центральная и осевая симметрия. Параллельный перенос, поворот, движение плоскости разбирается, зачастую, в учебниках профильной подготовки или же у авторов учебников, которые не внесены в рекомендованный

перечень (причем материал изложен более подробно и развернуто, в отличие от авторов, внесенных в перечень).

Чертежи в GeoGebra состоят из математических объектов нескольких типов, которые могут быть созданы с помощью инструментов или команд. В первых построениях могут помочь учебники самих создателей приложения. Для нашего альбома потребуются динамические рисунки по темам центральная и осевая симметрия, перенос и поворот. По одному чертежу на визуализацию определений каждого вида симметрии, 2-3 чертежа для свойств и особенностей симметрий и, в среднем, 3-4 чертежа на опорные задачи, причем чертежи задач, должны иметь дополнительные клавиши, скрывающие решение (изначально показывается чертеж с тем что дано, при нажатии на клавишу открываются этапы решения).

В работе можно выделить следующие этапы:

- Составление плана исследовательской работы;
- Анализ учебников по геометрии, рекомендованных и не рекомендованных ФГОС;
- Анализ психолого-педагогической и научной литературы по теме исследования;
- Обобщение информации об особенностях создания электронных образовательных ресурсов;
- Создание альбома динамических рисунков и их описание;
- Решение основных задач с использованием динамических рисунков;
- Проведение и описание педагогического эксперимента.

Литература и источники

1. Александров А.Д. Геометрия: пособие для 9 кл. с углубленным изучением математики / А.Д. Александров, А.Л. Вернер, В. И. Рыжик. – М. : Просвещение, 2004 – 240 с.
 2. Журавлева К.Н. Разработка альбома динамических рисунков по теме «симметрия», УДК 372.851: Кемерово 2019
 3. Мерзляк, А.Г. Геометрия: 9 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций / А.Г. Мерзляк, В. Б. Полонский. – М.: Вентана-Граф, 2019 – 256 с
 4. Понарин, Я. П. Элементарная геометрия: В 2 т. — Т. 1: Планиметрия, преобразования плоскости / Я. П. Понарин – М.: МЦНМО, 2004. — 312 с.: ил.
 5. Семенихин М. Возможности программы GeoGebra <http://3d-geometry.ru/pages/geogebra.html> (дата посещения 13.04.2020)
 6. <https://www.geogebra.org/about> (дата посещения 13.04.2020)
- Научный руководитель – Даурцева Н.А., к. ф. - м. н., доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 372.851.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ «УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА С ПАРАМЕТРАМИ В 9 КЛАССЕ»

Кузнецова А.

ФГБУ ВО «Кемеровский государственный университет»

gelya.k97@mail.ru

Аннотация: в основе любого метода образования заложена общая цель – освоение знаний учащимися. Процесс интерактивного обучения подразумевает макетирование учащимися различных ситуаций из жизни, применение некоторых жизненных ролей, заключение итогового решения для задачи на базе обзора и оценки состояния и ситуаций. В данной работе исследовался комплекс методов и приемов интерактивного обучения на уроках математики в 9 классе при изучении уравнений и неравенств с параметрами. Предполагается, что

использование интерактивных методов обучения на уроках математики в 9 классе при изучении темы «Уравнения и неравенства с параметрами» позволит повысить качество усвоения учебного материала и активизирует учебную деятельность учащихся.

Проблема исследования заключается в выявленном противоречии между необходимостью включения в учебный процесс методов и приемов интерактивного взаимодействия и низким уровнем использования интерактивных технологий в практике средней школы. Использование интерактивных методов обучения предполагает определенную компетентность со стороны педагога: желание и умение использовать эти методы.

Понятие интерактивных методов обучения в различных работах педагогов определяется следующим образом: Г. К. Селевко определяет интерактивное обучение как специальную форму вовлечения максимального количества обучающихся в познавательный процесс, осознанность познавательной деятельности обучающимися и способность ее рефлексировать [5, с. 34]; Н. И. Бордуков, считает, что интерактивное обучение – способ познания, основанный на диалоговых формах взаимодействия участников образовательного процесса; это метод, при котором «все обучают каждого и каждый обучает всех» [1, с. 186]; Н.А. Жигачева под интерактивностью в процессе обучения понимает способность взаимодействовать или находиться в режиме беседы не только с человеком, но и с компьютером [3, с. 32]; В. В. Гузеев полагает, что в основе интерактивных технологий лежит не любое взаимодействие, а именно информационный обмен обучающихся с окружающей информационной средой [2, с. 1].

Таким образом, в основе интерактивных форм обучения лежит организация совместной деятельности обучающихся с целью информационного обмена, или же, возможна, организация обмена с помощью информационно-коммуникационных технологий. В результате обмена обучающиеся имеют возможность внести свой вклад в процесс познания, обмениваться знаниями, мнениями, идеями, способами деятельности, т.е. осуществляется взаимное обучение. Предполагается, что организация взаимодействия должна происходить на фоне положительного эмоционального настроя участников обучения.

Комплекс методов и приемов интерактивного обучения на уроках математики в 9 классе при изучении уравнений и неравенств с параметрами строится на приеме, описанном выше.

Цель: создать условия для оценки готовности обучающихся решать уравнения и неравенства с параметрами.

Задачи:

1. Содействовать развитию интеллектуальных компетенций обучающихся в форме способностей самостоятельно устанавливать причинно-следственные связи, выделять существенные признаки объектов и явлений, устанавливать аналогии, а также в форме аналитико-синтетических способностей.
2. Содействовать формированию у обучающихся навыков моделирования и проектирования.
3. Обеспечить обучающимся индивидуальные возможности для самооценки своей готовности к решению уравнений и неравенств с параметрами.

Результаты:

1. Представления обучающихся о решении уравнений и неравенств с параметрами.
2. Проекты-решения, подготовленные обучающимися.
3. Самооценка готовности обучающихся к решению уравнений и неравенств с параметрами.

Структура урока на интерактивном методе представлена в таблице 1.

Таблица 1 Структура интерактивного урока

Этап урока	% времени	Методическая цель
1 этап. Мотивация	5%	Сконцентрировать внимание и вызвать интерес к

		изучению данной темы
2 этап. Сообщение темы и задач	5%	Обеспечить понимание учащимися их деятельности, чего они должны достигнуть в результате урока
3 этап. Получение необходимой информации	5%	Инструктаж учащихся для выполнения задания
4 этап. Интерактивное задание	60%	Практическое усвоение материала
5 этап. Подведение итогов	25%	Обсуждение с целью закрепления материала

Такая последовательность структуры урока поможет эффективно усваивать учащимся в 9 классе материал по математике, при решении уравнений и неравенств с параметрами.

Рассмотрим особенность данного метода на решении одной из задач.

Пример. Определить количество решений уравнения $mx^2 + 3mx - (m + 2) = 0$ при различных значениях параметра m .

Решение. Будем использовать принцип погружения в творческую исследовательскую работу. В процессе занятий учащийся является не объектом, а субъектом деятельности. Максимальная ориентация на творческое начало в учебной деятельности учащихся, приобретение ими собственного опыта творческой деятельности.

Для решения данного примера на уроке будет использоваться презентация. В качестве программного средства MS Power Point 2010. Согласно исследованиям психологов, человек воспринимает информацию на слух, через взгляд, через моторику. Образовательная деятельность, тесно связанная с использованием мультимедийных технологий, позволяет максимально эффективно использовать особенности восприятия каждого обучаемого.

Число программ, с помощью которых можно сделать интерактивные ресурсы самостоятельно огромно. Одни из них требуют уровня продвинутого пользователя, другие доступны и начинающим пользователям. Среди наиболее доступных программ – MS PowerPoint.

Для этого необходимо разработать презентацию в MS PowerPoint 2010, где будут представлены слайды.

На первом слайде представлено общее понятие об уравнениях с параметрами. Далее продемонстрировано решение уравнения. Уравнение имеет смысл при любых вещественных значениях параметра m . При $m = 0$ оно принимает вид $0x^2 + 0x - 2 = 0$ и не имеет корней. При $m \neq 0$ уравнение является квадратным. И если при этом $m(13m + 8) \geq 0$ т.е. $m \leq -\frac{8}{13}$ или $m \geq 0$, то оно имеет два действительных корня: $x = \frac{1}{2m} [-3m \pm \sqrt{m(13m + 8)}]$.

После проведения данного урока, было осуществлено анкетирование учеников 9-х классов МОУ СОШ № 31 г. Кемерово. Среди учеников, принимающих участие в эксперименте, 50 учеников экспериментальной группы (классы «а» и «б»), 50 учеников контрольной группы (классы «в» и «г»).

Под выборкой исследования выступала статистическая совокупность проводимого исследования составляет 85 % от общего количества обучающихся 9 классов в образовательном учреждении МБОУ ООШ № 8 г. Анжеро-Судженск. В ходе выполнения работы были задействованы учащиеся контрольной и экспериментальной групп. Также стоит выделить их гендерные особенности: в контрольной группе основную часть составляют девочки (62 %), тогда как мальчиков здесь всего 38 %. Доля девочек в экспериментальной группе 51 %, мальчиков 49 %. Оценка уровня развития их успеваемости показала следующие распределение: 5 % в классе учатся на «отлично», 48 % успеваемость на «хорошо», 47 % получают в основном «удовлетворительно». В экспериментальной группе 6 % получают «отлично», 64 % учатся на «хорошо» и 30 % имеет удовлетворительные оценки.

Основная цель исследования узнать об актуальности применения интерактивного метода для обучения математики среди 9 классов.

Анкетирование обучающихся показало следующие результаты: ответ на вопрос «Проводились ли у вас, когда-нибудь уроки математики с применением игровых форм?» имеет следующие распределение – 90 % учеников ответило «нет», 10 % «да».

На вопрос «Стали ли вы охотней заниматься на уроках математики, если бы применялась методика интерактивного обучения?» большая часть учеников 80 % ответило утвердительно, 15 % затруднились ответить, 5 % ответили «нет».

Ответ на вопрос «Хотели бы вы, чтобы уроки и по другим предметам проходили с применением данных приёмов?» показал следующие распределение: 75 % ответило «да», 20 % ответили «не знаю», 5 % ответило «нет».

По результатам анкетирования можно сделать вывод, что и обучающиеся отмечают большую значимость и эффективность применение активных и интерактивных методов обучения на уроках математики основной школы.

Также была проведена контрольная работа среди 9-х классов МБОУ ООШ № 8 г. Анжеро-Судженска на тему «Уравнения и неравенства с параметрами». По результатам проведенной контрольной работе были сделаны следующие выводы:

1) в экспериментальной группе на «отлично» сдали 56 % учеников, на «хорошо» написали контрольную работу – 30 %, только 14 % написало контрольную работу на «удовлетворительно», отметок «неудовлетворительно» не было в данной группе.

2) в контрольной группе на «отлично» сдали 35 % учеников, на «хорошо» написали контрольную работу – 40 %, 20 % написало контрольную работу на «удовлетворительно», 5 % на отметку «неудовлетворительно».

В результате проведенного эксперимента, можно сделать вывод, что применение интерактивных методов при обучении решения уравнений и неравенств с параметрами повышает эффективность освоения данной темы обучающимися. Экспериментальная работа подтвердила гипотезу исследования – если на уроках математики в основной школе применять интерактивные методы обучения, то это способствует формированию интереса к изучению математики. Действительно, уроки, включающих активные и интерактивные методы обучения, оживляют и активизируют учебный процесс, повышают успеваемость обучающихся.

Литература и источники

1. Бордуков, Н. И. Анализ информационных ресурсов и средств, применяемых учителями математики в школьной практической работе / Н. И. Бордуков // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2012. – № 4-2 (24). – С. 183-193.
2. Гузеев, В.В. Образовательная технология ТОГИС-ПК [Электронный ресурс] / В. В. Гузеев. – Режим доступа: <http://www.gouzeev.ru/togis-pk.pdf> (дата обращения 20.02.2020).
3. Жигачева, Н. А. Активные и интерактивные методы обучения на уроках математики / Н. А. Жигачева // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 1. – С.31-35.
4. Санина, Е. И. Интерактивные методы и средства обучения математике в средней школе / Е. И. Санина, Т. С. Попова // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – № 5. – С. 95-99.
5. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии / Г. К. Селевко. – М.: Народное образование, 2005. – 255с.

Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Глухова О.Ю., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет

В настоящее время остро стоит вопрос образования детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Система обучения учащихся с инвалидностью имеет ряд особенностей: непрерывная поддержка и педагогическая помощь лицам с ОВЗ от дошкольного возраста, до получения ими полного образования; создание условий для включения учеников с инвалидностью в общую систему образования. 13.12.2006г. была принята Конвенция «О правах Инвалидов». Этой Конвенцией прописано право ученика с ограниченными возможностями здоровья получать образование в общеобразовательной школе благодаря организации для них интегрированного обучения вместе с детьми того же возраста без нарушений физического развития.

Для того чтобы человек с ОВЗ мог получать образование в полном его объеме, необходимо обеспечить доступность учебных материалов. Уровни и типы ресурсов, доступных для учащихся с ограниченными возможностями в дошкольных, школьных и университетских программах, различны. Программы, помогающие преодолеть разрыв между учащимися с разными типами инвалидности и здоровыми учениками, встречаются редко. Подростки-инвалиды, желающие учиться со сверстниками, часто сталкиваются с обязанностями, которые они не могут выполнять, поскольку вынуждены зависеть от других.

Современные технологии позволяют получить доступ к информационным и образовательным ресурсам всем желающим, вне зависимости от ограничений в здоровье. Компьютеры, адаптивные технологии и сетевые ресурсы могут восполнить пробелы в коммуникации и доступности материалов для людей с ограниченными возможностями. Электронные пособия предоставляют новые возможности людям с ОВЗ для независимого доступа к образовательным программам [1].

Существуют три основных фактора, из-за которых люди с ограниченными возможностями могут быть недостаточно развиты в областях науки и математики: подготовка учащихся с ограниченными возможностями; доступ к средствам, программам и оборудованию; принятие обществом. Преподавателям не хватает информации о потребностях учеников-инвалидов и их потенциальном вкладе в общество; они часто негативно относятся к включению таких учащихся в процесс общего образования вместе со здоровыми детьми. Технологии могут оказать положительное влияние на все эти факторы и помочь людям с ограниченными возможностями обучаться математике или любой другой дисциплине наравне с учениками без отклонений [2].

Важно помнить, что содержание учебной программы и ее структура должна быть одинаковой для всех категорий учащихся. Но для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья необходимо сделать эту программу доступной. Согласно ч. 1 ст. 79 нового Закона РФ "Об образовании в Российской Федерации" № 273-ФЗ, содержание образования и условия организации обучения и воспитания обучающихся с ОВЗ определяются адаптированной образовательной программой, то есть образовательной программой, адаптированной для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья с определенной нозологией. Эта программа должна включать в себя: применение специальных методов и подходов к обучению; обеспечение особой временной или пространственной организации; организация обучения на дому для детей с ОВЗ.

Остановимся подробно на организации обучения детей с нарушением зрения. По степени нарушения зрения и зрительным возможностям на лучше видящем глазу в педагогическом процессе выделяют следующие подкатегории (классификация В.З. Денискиной) [3]:

1. Слепые дети. Острота зрения находится в диапазоне от 0 (0%) до 0,04 (4%) на лучше видящем глазу с коррекцией очками. А также, дети с более высокой остротой зрения (вплоть до 1, т.е. 100%), у которых границы поля зрения сужены до 10 – 15 градусов или до точки фиксации.

а. Слепорожденные;

б. Ослепшие;

2. Слабовидящие дети. К этой подкатегории относятся дети с остротой зрения от 0,05 (5%) до 0,4 (40%) на лучше видящем глазу с коррекцией очками.

3. Дети с пониженным зрением или дети с пограничным зрением между слабовидением и нормой, то есть дети с остротой зрения от 0,5 (50%) до 0,8 (80%) на лучше видящем глазу с коррекцией.

Электронные учебные материалы так же должны отвечать требованиям к версиям для слабовидящих. Эти требования определяет ГОСТ Р 52872-2012 [4]:

Проанализировав учебные программы и планы по теме «Подобие фигур на плоскости», была разработана учебная программа, на основе которой создано электронное учено-методическое пособие, с учетом всех вышеперечисленных требований к электронным учебным материалам для слабовидящих.

Пособие разработано с помощью языка программирования JavaScript и языка разметки HTML. Помимо этого были использованы дополнительные библиотеки VueJS и Vuetify. Для сборки приложения в исполняемый файл ОС используется фреймворк Electron.

Структура пособия:

На главной странице пособия расположено меню, в котором пользователь может выбрать удобный для него режим обучения и ознакомиться с пользовательской инструкцией (Рис.1).

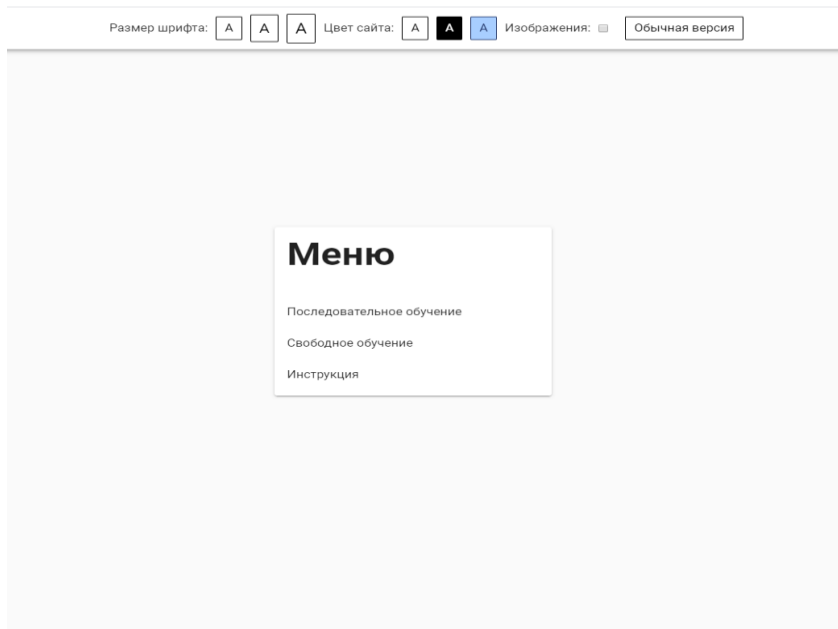


Рисунок 23. Главная страница учебного пособия

В пособии предусмотрено 2 режима обучения: последовательный и свободный. В последовательном режиме обучения каждая следующая глава будет открываться только при успешно решенной контрольной работе. Свободный режим обучения предполагает, что

пользователь самостоятельно для себя определяет ход обучения, то есть все темы и контрольные работы ему доступны изначально без ограничений.

Пособие имеет функциональную панель, на которой пользователь может выбрать для себя комфортное цветовое оформление, размер шрифта, а также включить или отключить отображение изображений. На рисунке 2 изображено оформление в синем цвете и с большим шрифтом.

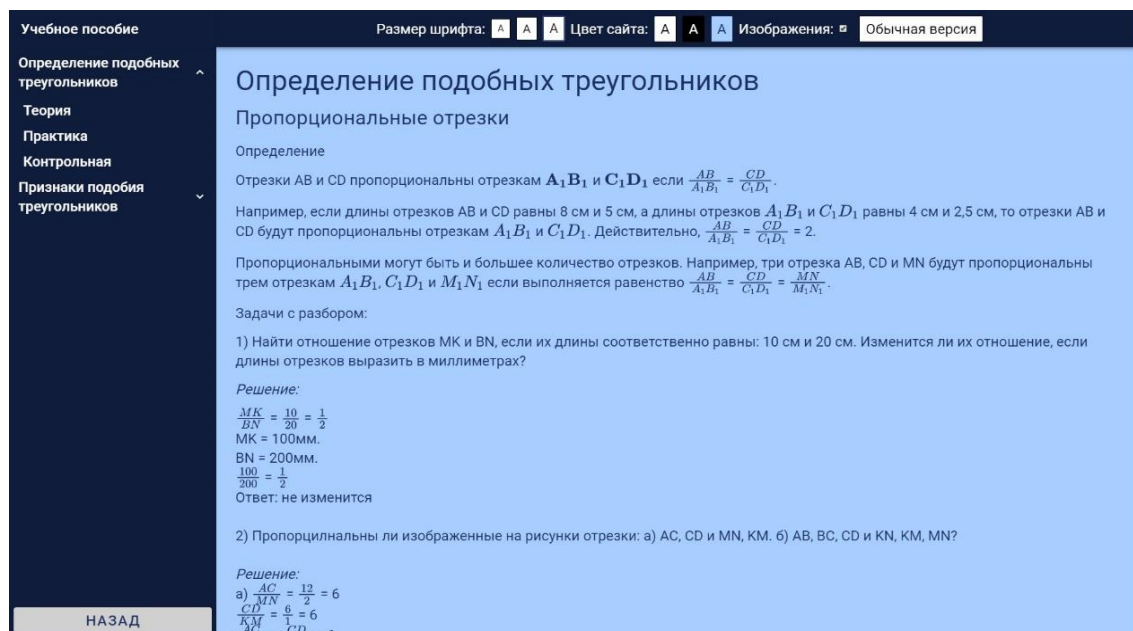


Рисунок 24. Вид пособия в синем цвете и с большим шрифтом

Таким образом, электронное учебно-методическое пособие «Подобие фигур на плоскости» поможет учащимся с отклонениями изучить основные вопросы геометрии по теме пособия на том же уровне, что и школьникам без изменений.

Литература и источники

1. Криводонова Ю.Е. Балтийский гуманитарный журнал. 2013. № 2 (3). С. 16-18. (Психолого –педагогические особенности освоения информационных технологий людьми с нарушением зрения в процессе социализации)
 2. Слюсарская Ю.В. Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2009. № 3-1. С. 144-148. (Научно-методические аспекты развития эмоциональной готовности к обучению в школе у детей с нарушением зрения)
 3. Денискина З.В. Журнал «Дефектология». - 2012. - №6. - С. 17 – 24. Особые образовательные потребности детей с нарушением зрения.
 4. "ГОСТ Р 52872-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 29.11.2012 N 1789-ст)
 5. Алексеева К.В. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2013. № 3. С. 91-92. (Об электронном учебном пособии по геометрии, применяемом в условиях дистанционного обучения старшеклассников)
- Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Глухова О.Ю., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ В 7-8 КЛАССАХ С ПОМОЩЬЮ ЗАДАЧ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ*Рузавина Т.Р.*

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

toma45-97@mail.ru

В условиях развития современного общества на фоне научно-технического прогресса человек приобретает все большую власть над природой. Исследования ученых в различных направлениях науки подтверждают актуальность проблемы защиты природы. Особое место при этом занимают вопросы экологического воспитания школьников. Становление экологически развитой личности начинается именно с периода школьного возраста, с этапов познания природы и осознания необходимости ее защиты от пагубного влияния человека. Это и представляет собой первый шаг в освоении опыта понимания значимости экологии в жизни современного человека, в приобщении учащихся к общечеловеческим ценностям.

В данной статье разрабатывался комплекс математических задач с экологическим содержанием для 7-8 классов и приводится обоснование методики их применения. Предполагается, что разработанный комплекс математических задач с экологическим содержанием для 7-8 классов и методика его использования позволят повысить уровень экологической культуры обучающихся и познавательный интерес к математике.

В современной школе в связи с введением Федерального государственного образовательного стандарта уделяется большое внимание метапредметным результатам обучения, в том числе и на уроках математики. Для того, чтобы получить такие результаты, необходимо перейти от освоения учебного предмета математика к обучению на межпредметной основе. В связи с этим происходит усиление прикладной направленности математики, то есть появляется целый пласт задач практической направленности.

Прикладная направленность школьного курса математики предполагает реализацию мировоззренческой (через изучение элементов истории возникновения математических понятий, при установлении связей математики с другими дисциплинами и т.д.) и социально-педагогической (через решение прикладных задач средствами математики) функций.

Особую актуальность в современной школе на уроках математики приобретает решение задач с экологическим содержанием в силу все возрастающих экологических проблем человечества. Каждый школьный курс может вносить свой посильный вклад в формирование экологического сознания, в том числе и математика. Математика создает условия для развития умения давать количественную оценку состояния природных объектов и явлений, положительных и отрицательных последствий деятельности человека в природном и социальном окружении. При этом особую роль играют текстовые задачи, которые на доступном для учащихся языке могут наглядно проиллюстрировать возможные экологические проблемы. [1, с. 54].

Текстовые задачи, рассматриваемые в школьном курсе математики, позволяют раскрыть вопросы о среде обитания, заботы о ней, рациональном природопользовании, восстановлении и приумножении ее природных богатств. Решая задачи экологического содержания, школьники развивают умения давать количественную оценку состояния природных объектов и явлений, положительных и отрицательных последствий деятельности человека в природном и социальном окружении. Текстовые задачи позволяют раскрыть вопросы о среде обитания, восстановлении и приумножении ее природных богатств, рациональном природопользовании. Однако в настоящее время школьные учебники математики содержат очень мало задач с экологическим содержанием. Следовательно, в задачи учителя входит обогащение дидактического материала задачами с экологическим содержанием применительно к региону проживания [3, с. 14].

Поэтому проблема организации образовательного процесса при обучении математики с использованием задач с экологическим содержанием является актуальной. Среди текстовых задач особое значение имеют практические задачи или задачи с практической направленностью.

Обязательность использования практических задач в современном образовании обусловлена изменением подходов к образованию, нацеленностью на достижение образовательных результатов в виде универсальных учебных действий, компетенций. С этой позиции, обучающиеся учатся не ради получения знаний и умений, а для того, чтобы успешно решать жизненные, практические, производственные задачи. Именно практические задачи должны способствовать формированию у обучающихся умений применять на практике полученные знания [2, с. 151].

Для рассмотрения методических особенностей обучения математики с экологическим содержанием базой для исследования выступали ученики 7-8 классов МБОУ ООШ № 42 г. Ленинска-Кузнецкого. Среди учеников, принимающих участие в эксперименте, 46 учеников экспериментальной группы (классы «а» и «б»), 46 учеников контрольной группы (классы «в» и «г»).

Под выборкой исследования выступала статистическая совокупность проводимого исследования, что составляет 90% от общего количества обучающихся 7-8 классов в образовательном учреждении МБОУ ООШ № 42. В ходе выполнения работы были задействованы учащиеся контрольной и экспериментальной групп. Гендерные особенности: в контрольной группе выборочная совокупность в 54% состоит из девочек, в 46% из мальчиков, в экспериментальной группе в 48 % состоит из девочек, в 52% из мальчиков. По уровню развития общеобразовательных компетенций и показателям качества обучения в контрольной группе 2% от общего количества участников эксперимента обучаются на «отлично», 54% обучается на «хорошо», 44% обучается на «удовлетворительно». В экспериментальной группе 4% обучается на «отлично», 56% на «хорошо» и 40% имеет удовлетворительные оценки.

Основа проводимого педагогического эксперимента: перед проведением уроков было организовано анкетирование учащихся, целью которого является выяснение вопросов: знает ли учащиеся, что такое задача с экологическим содержанием, и умеют ли решать такие задачи. Также было проведена интервью беседа с учителем, чтобы выяснить, использует ли учитель в своей работе задачи с экологическим содержанием.

Для оценки решения экологической задачи от учащихся требовалось письменно объяснить смысл и экологическую фабулу задачи. Критерии оценивания умений: Оценка «5» - все выполнено, верно. Оценка «4» - выполнено, верно, но есть большие недочеты. Оценка «3» - выполнено с большими недочетами. Оценка «2» - не выполнено, или выполнено неверно.

Для формирования экологического воспитания с помощью задач с экологическим содержанием было проведено 2 урока (разработки уроков будут приведены в тексте дипломной работы).

В качестве стимулирующего материала использовались следующие задачи с экологическим содержанием: задачи, мотивирующие введение понятия; задачи, готовящие к изучению понятия на содержательном уровне; задачи, иллюстрирующие введенное понятие; задачи, закрепляющие введенное понятие на стадии его усвоения; задачи, демонстрирующие применение сформированного понятия; задачи, позволяющие установить связи этого понятия с изученным ранее.

В качестве примера приведу одну из таких задач. *Без пищи человек может прожить 1 месяц, без воды - 5 дней. А без кислорода? Чтобы узнать, сколько минут человек может прожить без кислорода, нужно найти 0,06 от числа 50 (это всего 3 минуты!).*

Для оценки проводимых уроков использовались критерии: познавательный, мотивационно- ценностный, деятельностный.

В результате проведения опытно – экспериментального исследования была проведена повторная диагностика полученных данных по сформированности экологических представлений и развития уровня экологической воспитанности учащихся 7-8 классов через диагностирование по аналогичным методикам после проведения коррекционно – развивающей работы на уроках математики.

На основании проведенной оценки были сделаны выводы, что предлагаемая методика носит эффективный характер.

При выполнении теста «Экологическая культура учащихся» на констатирующей стадии эксперимента было выявлено, что в экспериментальной группе значения показателей были следующими:

I. Экологическая образованность учеников 7-8 классов.

Низкий уровень (А) – 10 % от общего количества учеников, принимающих участие в эксперименте (в контрольной группе 30%). Средний уровень (Б) – 76% учеников, принимающих участие в эксперименте (в контрольной группе 60%). Высокий уровень (В) – 14% от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе 10%).

II. Уровень экологической осознанности и сознательности.

Низкий уровень (А)– 6 % от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе 32%). Средний уровень (Б) - 74% от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе 60%). Высокий уровень (В)– 20 % от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе 8%)

III. Уровень экологической деятельности.

Низкий уровень (А) – 6 % от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе 38%). Средний уровень (Б) – 80% от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе 56%). Высокий уровень (В) – 14 % от общего количества учеников экспериментальных классов (в контрольной группе – 6%)

Тест «Самооценка экологической культуры» Е.Ю. Ногтевой, И.Д. Лушниковой [4, с. 23] для 9-х классов предполагает внимательное чтение и ответы на основные вопросы теста и выбор к каждому один из вариантов ответов.

Ответы а – 0 баллов в экспериментальной группе 20%, в контрольной группе 36%; б – 2 балла – в экспериментальной группе – 70%, в контрольной группе – 48%; в – 3 балла – в экспериментальной группе 10%, в контрольной группе – 16%.

Уровни компонентов экологической культуры: 8–9 баллов – высокий уровень; 5–7 баллов – средний; 4 и менее баллов – низкий.

Уровни экологической культуры: 22–27 баллов – высокий уровень – в экспериментальной группе 28%, в контрольной группе – 8%; 13–21 балл – средний в экспериментальной группе – 42%, в контрольной группе – 50%; 0–12 баллов – низкий в экспериментальной группе – 20%, в контрольной группе - 48%.

Полученные данные позволяют увидеть реальную картину, что на этапе итогового эксперимента уровень подготовки в понимании экологической ситуации у учеников в экспериментальной группе становится более высоким, оставаясь на прежнем уровне у учеников контрольной группы. Таким образом, подводя итоги проведенного исследования, заключаем, что применяемая методика обучения математике в 7-8 класса при помощи задач с экологическим содержанием является актуальной, востребованной и результативной.

Литература и источники

1. Егупова, М.В. Практические приложения математики в школе / М.В. Егупова. – М.: Прометей, 2015. – 248 с.
2. Ларина, Г.С. Анализ практических задач по математике: теоретическая модель и опыт применения на уроках / Г.С. Ларина // Вопросы образования. – 2016. - №3. – С.151-168

3. Манвелов, С.Г. Конструирование современного урока математики / С.Г. Манвелов. – М.: Просвещение, 2010. – 96 с.
4. Ногтева, Е.Ю. Развитие экологической культуры учащихся/ Е.Ю. Ногтева, И.Д. Лушников. – М.: Инфра-М, 2004. – 348 с.
5. Темербекова, А.А. Методика обучения математике / А.А. Темербекова, И.В. Чугунова. – СПб.: Лань, 2015. – 534 с.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Сергеева О.А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.851

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ К ПРОФИЛЬНОМУ ЕГЭ ОБУЧАЮЩИХСЯ ГУМАНИТАРНЫХ КЛАССОВ

Рябова А.М.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
r.anastasija2017@yandex.ru

На протяжении нескольких лет Единый Государственный Экзамен стал экзаменом, позволяющим проверить знания выпускников по тому или иному предмету. Успешная сдача единого государственного экзамена по математике является основным способом для поступления в высшее учебное заведение. В материалах выпускных экзаменов, ЕГЭ и на вступительных экзаменах в ВУЗы предлагаются задания, содержащие логарифмические задания. Во время прохождения практики в Малосалаирской средней общеобразовательной школе, я столкнулась с проблемой, что такого типа задания вызывают затруднения у учащихся. Популярность этой темы обусловлена удивительными свойствами логарифмических уравнений и функций. С понятием логарифмическая функция ученики начинают знакомиться в старших классах, где они проходят самые азы решения данных уравнений. Перед учителем стоит задача – формировать у учащихся умения изучать функции каждого вида, развивая тем самым общие логарифмические представления, которые помогут обучающимся при решении не только школьного курса задач, но и при подготовке к ЕГЭ.

Данные материала разработаны для Малосалаирской средней школы. В старших классах там на параллели 2 класса: гуманитарный и физико-математический. Выбор направления происходит после девятого класса. В гуманитарных классах как правило 17-20 учеников, в физико-математических 15-17. В 11 классе традиционно из гуманитарного класса сдавали профильную математику чуть меньше половины класса. В связи с этим возникла проблема подготовки школьников гуманитарного класса к профильному экзамену по математике.

Так как, логарифмы встречаются, как в профильном, так и в базовом уровне, были проанализированы материалы кодификатора требований к уровню подготовки выпускников и выделены линии пересечений заданий. Например, логарифмы встречаются, в базовом уровне это задания 5,7, а в профильном уровне задания 5,9,10,12,13,15.

Изучив спецификацию контрольных измерительных материалов для проведения единого государственного экзамена по математике, мы узнали, что примерное время для выполнения данных заданий базового уровня 8 минут. Для профильного уровня на задания 5,9,10 отводится от 3 до 5 минут, а для заданий 12,13,15 отводится от 10 до 15 минут. На основе этого на данную тему отводим 10 занятий. Начинаем с решения базовых заданий.

Задание 5. Найдите значение выражения

1. $\log_{0,3} 10 - \log_{0,3} 3$
2. $\log_5 60 - \log_5 12$

Задание 7. Найти корень уравнения.

1. $\log_5(5 - x) = \log_5 3$

$$2. \log_4(x + 3) = \log_4(4x - 15)$$

Данные задания схожи с заданиями профильного уровня, такими как, задания 5,9, 10. Можно выделить задания на определение логарифма, на применение его свойств, а также задачи, которые взаимосвязаны с другими темами курса математики. Для решения таких заданий достаточно знать определение и свойства логарифмов.

Если у учащихся с решением подобного уровня заданий не возникает трудностей, то с заданиями профильного уровня такими, как задания 12, 13 и 15 у большинства учащихся возникают проблемы. В связи с этим на уроке уделяем большее внимание разбору данных заданий. На уроке со всеми учащимися рассматриваем логарифмические неравенства и уравнения и методы их решения.

Учитывая специфику темы и классификацию задач, можно выделить следующие основные методы решения логарифмических уравнений:

- на основании определения логарифма;
- метод приведения к одному основанию;
- метод подстановки;
- метод логарифмирования;
- метод потенцирования;
- графический метод.

Рассмотрим примерные задания на некоторые методы.

Метод потенцирования

Решите уравнение:

$$\log_2(x + 1) - \log_2(x - 1) = 1.$$

Решение:

Для начала нам нужно привести уравнение к виду: $\log_c a(x) = \log_c b(x)$. Используем основные свойства логарифма и получаем: $\log_2 \frac{(x+1)}{(x-1)} = \log_2 2$; Учитываем, ОДЗ: $x \in (1; +\infty)$; У нас получается выражение: $\frac{(x+1)}{(x-1)} = 2$. Умножим обе части на $(x-1)$ и получим, $(x+1)=2(x-1)$. Далее раскрываем скобки, приводим подобные члены и вычисляем. У нас получается $-x=-3$. Заменим знак и у нас получится $x=3$. Проверяем, принадлежит ли решение заданному интервалу. *Ответ:* $x=3$.

Метод приведения к одному основанию

Решите уравнение:

$$\log_{16} x + \log_4 x + \log_2 x = 7.$$

Решение:

Сначала находим область допустимых значений, $x > 0$. Для решения нам необходимо выражение привести к одному основанию, получаем: $\log_{2^4} x + \log_{2^2} x + \log_2 x = 7$. Используя свойства логарифма преобразовываем выражение: $\frac{1}{4} \log_2 x + \frac{1}{2} \log_2 x + \log_2 x = 7$. Вычислим сумму и получим выражение: $\frac{7}{4} \log_2 x = 7$. Умножаем обе части уравнения на $\frac{4}{7}$, получается: $\log_2 x = 4$. Вычисляем степень: $x=2^4$, следовательно, $x=16$. Проверяем, принадлежит ли решение заданному интервалу. *Ответ:* $x=16$.

В связи с тем, что заданий типа 12, 13 и 15 нет в базе, то данные задания рассматриваем на факультативных занятиях с учениками, планирующими сдавать математику профильного уровня.

Литература и источники

1. Алимов, Ш.А. Алгебра 10-11 класс /Ш.А. Алимов, Ю.М. Колягин, М.В. Ткачёва. — Москва: Просвещение, 2012. — 467с.

2. Ященко И.В., Высоцкий И.Р., Забелин А.В. ЕГЭ. 4000 задач с ответами по математике. Базовый и профильный уровни. «Закрытый сегмент». Москва: Экзамен, МЦНМО, 2017. 704 с. *Научный руководитель – к.п.н., доцент Сафонова В.Ю., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 372.016:51

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ТЕЛ С ПОМОЩЬЮ ОПРЕДЕЛЁННОГО ИНТЕГРАЛА

Федорова Е.Г.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

fgfdg2016@gmail.com

В интегральном исчислении много интересных приложений, с помощью определенного интеграла можно вычислить площадь фигуры, объем тела вращения, длину дуги, площадь поверхности вращения, а также многое другое.

Давайте представим некоторую плоскую фигуру на координатной плоскости. Как находить её площадь всем известно, но, ведь данную фигуру можно ещё и вращать, причем вращать двумя способами:

- **вокруг оси абсцисс Ox ;**
- **вокруг оси ординат Oy .**

В этой работе разобраны оба случая при вычислении объемов тел вращения. Второй способ вращения вызывает наибольшие затруднения, но в действительности решение почти такое же, как и в более известном вращении вокруг Ox . Интегральное исчисление имеет многочисленные приложения в геометрии, механике, физике и технике. Оно дает общий метод нахождения площадей, объемов, центров тяжести и т. д.

Тема вычисления объемов тел с помощью определённого интеграла является одной из сложных и вызывает некоторые затруднения у школьников. И, поэтому, идея разработки пособия по этой теме с «живыми» картинками является актуальной [1].

Целью данной работы является создание пособия с интерактивными рисунками в программном обеспечении SMART Notebook, для систематизации знаний по вычислению объемов тел с помощью определённого интеграла, и применению данных вычислений и измерений на практике.

В рамках поставленной цели был выполнен следующий перечень задач:

1. знакомство с научной литературой по указанной теме;
2. разработка методического материала по указанной теме;
3. разработка интерактивного, электронно-методического пособия с использованием программного обеспечения, которое трансформирует подход к работе и обучению, способствует процессу обучения и взаимодействия с цифровыми ресурсами - SMART Notebook, а также динамической математической программы для всех уровней образования GeoGebra.

В рамках данного пособия рассмотрено понятие определённого интеграла и способов вычисления объемов тел с его помощью.

Пособие поделено на несколько частей, в каждой из которых рассматривается основной теоретический материал по заданной теме, а также представлен разбор типовых задач с методическими рекомендациями.

Литература и источники

1. Справочник по математике / А.А. Рывкин и др. М.: Высшая школа, 1975. 554с.
2. Морозова Л. Е. Определённый интеграл. / Л. Е. Морозова, В. Б. Смирнова. – Санкт-Петербург, 2011 – 51 с.

3. Объем тела вращения: исходные данные и формулы [Электронный ресурс], режим доступа: <https://function-x.ru/integral501.html>

Научный руководитель - профессор, д.ф.-м.н. Н.К. Смоленцев, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 372.851

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКА К НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ПЛОЩАДЬ»

Федорова К. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kristina.f.edorova@yandex.ru

На сегодняшний день все современные методы обучения направлены на деятельность по самостоятельному приобретению знаний. Самостоятельная работа относится к одному из основных факторов, обеспечивающих формирование творческого мышления. Большой популярностью среди эффективных средств развития творческого мышления обладают олимпиады и исследовательская деятельность.

Согласно ФГОС к основным требованиям обучения математики относятся: исследовательская компетентность; готовность к самообразованию; информационная; коммуникативная. Все эти задачи осуществляет научно-практическая конференция.

Научно-исследовательская работа обладает примерной базовой общепринятой структурой и осуществляется поэтапно, по сравнению с другими видами направлений и областями исследования.

В методической литературе выделяют следующие основные этапы организации НИР:

1. определение проблемы, формулировка темы;
2. постановка целей, выдвижение гипотезы;
3. поиск необходимой литературы и ее анализ;
4. подготовка теоретической части работы;
5. проведение экспериментального исследования;
6. написание выводов и оформление работы;
7. публичная защита проекта.

Рассмотрим эти этапы, на примере моего опыта подготовки школьника к НПК.

В первую очередь, нужно было провести работу по организации деятельности над проектом. Во-первых, мною была проведена беседа с учениками 9 класса, в которой была изложена информация о том, что такое НПК, почему так важно получить опыт участия в конференции (пример одного из аргументов: полученные знания, умения и навыки облегчат учебу в вузе). Во-вторых, был предложен ряд примерных тем исследовательских работ. В итоге, с ученицей, которая заинтересовалась конкурсом, мы постепенно начали работу.

Тема исследовательской работы была выбрана ей неслучайно. Прежде всего, проблематика работы интересна старшекласснице, так как она планирует в будущем стать преподавателем математики. Кроме того, некоторые задания, рассмотренные в работе, и методика их решения похожи на те, что включены в ГИА. Совместными усилиями нами были сформулированы: проблема, цели и задачи, план исследования.

Следующим этапом было планирование. Первым делом мы изучили контрольные даты, условия конкурса и требования к работе. Для успешного выполнения работы нам необходимо было составить календарный план. Работу мы начали с декабря, защитить проект предстояло в феврале. По каждому месяцу были прописаны цели и задачи. Кроме того, каждую неделю проходили 1-2 консультации.

После намеченного плана действий и установления сроков, мы приступили непосредственно к работе. На каждой консультации проходило обсуждение идей, мной

вносились корректировки в процесс исследования, довались рекомендации и задания. На этом этапе также проходили незначительные изменения плана исследования.

На протяжении написания работы наш список литературы корректировался и дополнялся. Это были учебники, статьи, методические пособия, интернет ресурсы, которые были найдены совместно. Весь найденный материал собирался в отдельную папку в печатном и электронном виде.

В процессе выполнения работы нами были использованы различные редакторы, такие как Word – для оформления текстовой информации, Photoshop – для рисования изображений к задачам, PowerPoint – для создания презентации.

В конце нашей работы мы вносили заключительные корректировки. Учащаяся делала выводы, занималась написанием заключения и дописывала введение. А также, с моей помощью она готовила материал для защиты и презентации проекта. В презентацию были вынесены только основные моменты, все самое интересное. За несколько дней до защиты выступление было отрепетировано, разобраны примерные вопросы, которые могла бы задать комиссия конкурса.

Презентация исследовательской работы проходила в МБОУ СОШ №34 г. Кемерово, по итогу которой ученица выступила достойно и заняла призовое место.

После выступления состоялась встреча, на которой мы обсудили ошибки и недочеты работы и самого выступления, что получилось, а что нет.

В процессе подготовки учащегося к НПК эти этапы могут скрещиваться, осуществляться параллельно, может меняться порядок их выполнения. Важно помнить, что учитель – организатор, саму работу должен выполнять ученик. Также следует не забывать хвалить и поддерживать ученика.

Фрагмент исследовательской работы ученицы Лырщиковой Александры, 9 «Д» класса МБОУ СОШ №34 г. Кемерово:

Секция: «Технические и точные науки».

Тема исследования: «Задачи на разбиение и дополнение: клеточная бумага как инструментальный».

В ходе изучения материала мною были рассмотрены разные приемы и методы решения задач на разбиение и дополнение. Рассмотрим пример разбора одной из задач.

Нахождение площади многоугольника. Формула Пика

Георг Пик – австрийский математик. Он известен своей теоремой о вычислении площади многоугольника, которая появилась в его восьмистраничной работе 1899 года. Германии формула Пика включена в школьные учебники [3, с. 2].

Существует формула, связывающая площадь многоугольника с количеством узлов, лежащих внутри и на границе многоугольника. Эта простая формула называется формулой Пика:

$$S = B + \frac{\Gamma}{2} - 1, \text{ где}$$

S – площадь фигуры; B - количество вершин клеток внутри фигуры; Γ - количество пересечений контура фигуры с вершинами клеток.

Из этого следует, что эта формула верна не только для прямоугольников, но и для произвольных многоугольников.

Рассмотрим задачу.

Найдите площадь фигуры, изображенного на клетчатой бумаге с размером клетки 1 см × 1 см (рис.1). Ответ дайте в квадратных сантиметрах.

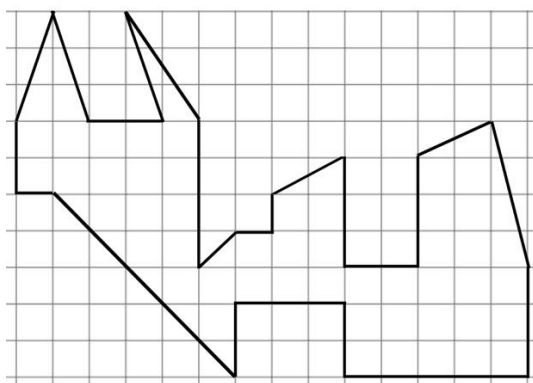


Рисунок 1

Эту задачу можно решить по-разному. Рассмотрим 3 метода решения данной задачи.

Метод №1. Найдем площадь закрашенной фигуры, которая «дополняет» многоугольник до прямоугольника (FGPZ), и вычтем её из площади нашего прямоугольника (рис. 2а).

$$S_1 = S_2 = S_4 = \frac{1}{2} \times 1 \times 3 = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольного треугольника;}$$

$$S_3 = S_8 = 3 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольника;}$$

$$S_5 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3 = 3 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольного треугольника;}$$

$$S_6 = 6 \times 4 = 24 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольника;}$$

$$S_7 = S_{13} = S_{17} = 3 \times 2 = 6 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольника;}$$

$$S_9 = S_{12} = \frac{1}{2} \times 4 \times 1 = 2 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольного треугольника;}$$

$$S_{10} = \frac{1}{2} \times 4 \times 1 = 2 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольного треугольника;}$$

$$S_{11} = 2^2 = 4 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь квадрата;}$$

$$S_{14} = \frac{1}{2} \times 1 \times 1 = 0,5 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольного треугольника;}$$

$$S_{15} = 5 \times 1 = 5 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольника;}$$

$$S_{16} = \frac{1}{2} \times 5 \times 5 = 12,5 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольного треугольника;}$$

$$S_{\text{зак.фиг}} = 10 \times 14 = 140 \text{ (см}^2\text{)} - \text{площадь прямоугольника.}$$

$$S_{\text{FGPZ}} = S_{\text{зак.фиг}} - (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 + S_9 + S_{10} + S_{11} + S_{12} + S_{13} + S_{14} + S_{15} + S_{16} + S_{17}) = 140 - (1,5 \times 3 + 3 \times 2 + 3 + 24 + 6 \times 3 + 2 \times 2 + 2 + 4 + 0,5 + 5 + 12,5) = 56,5 \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: $56,5 \text{ см}^2$

Метод №2. Разрежем многоугольник на более простые фигуры, найдем их площади и сложим (рис. 2б).

$$S_{\text{фиг.}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 + S_9 + S_{10} + S_{11} + S_{12} + S_{13} + S_{14} = 56,5 \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: $56,5 \text{ см}^2$

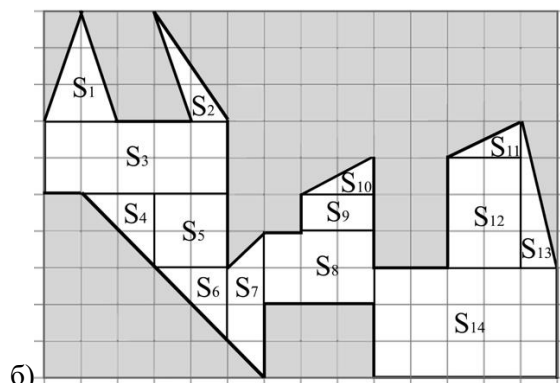
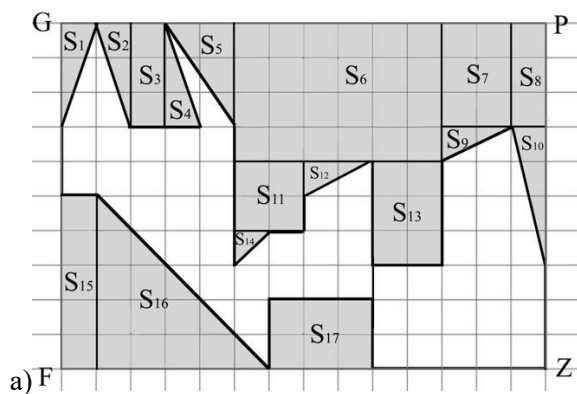


Рисунок 2

Метод №3. Вычислим площадь многоугольника используя формулу Пика.

$B = 35$ см

$\Gamma = 47$ см

$$S = B + \frac{\Gamma}{2} - 1 = 35 + \frac{47}{2} - 1 = 56,5 \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: $56,5 \text{ см}^2$

В настоящей исследовательской работе приведена подборка и классификация задач на клетчатой бумаге, относящихся к различным разделам математики, представлен сборник задач на разбиение и дополнение, как конечный продукт нашего исследования.

В результате наша работа была представлена на XX школьной научно-практической конференции «Эрудит-2020», которая проходила в феврале 2020 года в МБОУ СОШ №34 г. Кемерово и заняла II место.

Литература и источники

1. ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2365>. (Дата обращения: 30.03.2020 г.)
2. Антонова Е. И. Методика формирования проектной деятельности учащихся при изучении геометрии в профильных классах: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2007.
3. Горина Л.В. Формула Пика. Материал для самообразования учащихся. // Одна за всех.... – 2013. – №3. – С. 24 – 28.

Научный руководитель – к.п.н., доцент Сафонова В.Ю., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

■ ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 519.85:331.2

СЦЕНАРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

Барышева В.Р.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

vita_barysheva@icloud.com, chueshev@mail.ru

Работа посвящена изучению механизмов функционирования обработки и типовой конфигурации «1С: Сценарное тестирование». Данные механизмы активно используются не только для тестирования прикладных решений, но и написания интерактивных руководств по действиям пользователей, в частности студентов. Учитывая эпидемиологическую обстановку и как следствие переход на дистанционные технологии появилась необходимость проверки решений студентов. В этой связи тема «Сценарное тестирование» является актуальной.

Развитие данного инструментария началось в 2009 году. Сначала появились текстовые описания тестов. Затем появилась обработка, основанная на движке «WScript», в которой выполнялись автоматизированные тесты и отрабатывались методики тестирования. В 2011 году появилась первая конфигурация «1С: Сценарное тестирование». В данной конфигурации решались вопросы создания базы для хранения наработанных методик и разрабатывались новые методики. На тот момент была возможность работы только с основными формами. В 2014 году появилась новая конфигурация «1С: Сценарное тестирование 3.0», базирующаяся на механизме «Автоматизированное тестирование».

Основными моментами, заложенными в инструмент сценарного тестирования, являются:

- тестирование конфигурации без ее модификации;
- для реализации большинства шагов и полноценного тестирования навыки программирования необязательны;
- единая система, обеспечивающая автоматизацию всех видов тестирования;

- тесты должны легко актуализироваться при изменении конфигураций;
- возможность создания альтернативных вариантов проверки;
- возможность интеграции с другими системами.

Сам инструмент «Сценарное тестирование» представляет собой:

- обработку «Сценарное тестирование», предназначенную для работы со сценариями, реализующими проверку объектов информационной базы (ИБ) и форм конфигурации;
- конфигурацию «Сценарное тестирование 3.0», которая позволяет решать более сложные задачи: создание тестовых информационных баз, систематизация хранения тестов и управление самим процессом тестирования.

Основой и целью работы является изучение инструментария «1С: Сценарное тестирование» на теоретических и практических примерах, изложенных в следующих главах:

- теоретические аспекты использования обработки «Сценарное тестирование»;
- практическое использование обработки «Сценарное тестирование»;
- конфигурация «Сценарное тестирование».

Эти главы иллюстрированы теоретическими аспектами работы с обработкой, конфигурацией и сценариями. К качеству примера рассмотрим, что обеспечивает обработка «Сценарное тестирование»:

- создание сценариев для тестирования программ, написанных средствами 1С, как в режиме записи действий пользователей, так и вручную;
- автоматическое выполнение записанных сценариев в тестируемой программе;
- возможность пропуска неверно выполняемых шагов;
- сохранение записанных сценариев в xml-файл (в том числе в сжатом виде - в ZIP-архиве) и чтение сценариев из xml-файлов для продолжения записи, изменения или для выполнения;
- отображение сценариев в виде иерархической структуры шагов, предназначенных для выполнения действий в тестируемой программе;
- некоторые сервисные возможности для удобства создания и сопровождения тестов: например, шаблоны шагов, проверки, циклы и т.п.

В качестве иллюстрации практического примера разберем по этапам разворачивание обработки и конфигурации «Сценарное тестирование». Необходимо создать и исполнить сценарий с помощью «Сценарное тестирование».

Используем первый этап для того, чтобы воспользоваться конфигурацией (инструментом) «Сценарное тестирование», произведем разворачивание шаблона в заранее подготовленную папку «Шаблоны».

На втором этапе добавляем из шаблона конфигурацию «Сценарное тестирование 3.0». Заметим, что обработка «Сценарное тестирование», так же появилась в папке «Шаблоны».

Третий этап посвящен формированию отдельной, прикладной, тестовой информационной базы, в котором будем запускать эту обработку.

Завершающим этапом является определение сценария и проверки его исполнения с помощью обработки «Сценарное тестирование».

Итогом всей работы, является создания практических материалов по использованию инструментария «1С: Сценарное тестирование», которые будут использоваться в курсах «Комплексное программирование в 1с», «Средства интеграции и обмена данными» и «Разработка распределенных информационных систем».

Литература и источники

1. Беспалова С.В., Чуешев А.В. Создание курса "Создание распределенных информационных систем". В сборнике: Материалы XX Всероссийской научно-практической

конференции "Научное творчество молодежи. Математика. Информатика" Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции. Томск, 2016. С. 132-133.

2. Кирсанов С.Г., Чуешев А.В. Базовый курс по программированию в среде 1с. В книге: Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016 Новосибирский национальный исследовательский государственный университет. 2016. С. 69.

3. Обанин А.Е., Чуешев А.В. Тесты для курса "Комплексное программирование 1с". В сборнике: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции "Научное творчество молодежи. Математика. Информатика" материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. Анжеро-Судженск, 2015. С. 47-48.

Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Чуешев А. В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 517.946

ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЧЕНИЯМИ ВЯЗКОЙ СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Бодров А.О.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Aleksey.b.09.96@mail.ru

В работе рассматривается задача оптимального управления для дифференциальных уравнений, описывающая одномерные движения с плоскими волнами вязкой сжимаемой жидкости(газа).

Чтобы определить течение жидкости, необходимо задать соответствующие начальные и граничные характеристики. Путем изменения отдельных из них осуществляется управление течением. Соответственно совокупность переменных характеристик называется управлением.

С другой стороны существуют характеристики течения, которые не могут быть заранее заданы, а определяются самим течением. Такие характеристики называют наблюдением. Вводится положительно-определенный функционал, который зависит от управления и наблюдения. Задача оптимального управления состоит в нахождении управления, которое минимизирует функционал.

Рассмотрим задачу оптимального управления процессом заполнения вакуума вязкой сжимаемой жидкостью, используя уравнения Бюргерса.

Процесс заполнения вакуума вязкой сжимаемой жидкостью(газом) в течении времени T описывается решением системы уравнений Бюргерса:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) &= 0, \\ \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} \right) &= \mu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\end{aligned}\tag{1}$$

которые должны выполняться в области $Q_T = \{(x, t): 0 < t < T, 0 < x < y(t)\}$, где $y(t)$ – решение задачи коши $\frac{dy}{dt} = u(y, t)$, $y|_{t=0} = X$. К уравнениям (1) присоединяем следующие начальные и граничные условия:

$$\begin{aligned}u|_{t=0} &= u_0(x), \quad \rho|_{t=0} = \rho_0(x), \quad 0 \leq x \leq X, \\ u|_{x=0} &= u_1(t), \quad \rho|_{x=0} = \rho_1(t), \quad \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=y(t)} = 0, \quad 0 \leq t \leq T; \\ \Omega_0 &= (0, X), \quad \Omega_t = \{x: 0 < x \leq y(t)\},\end{aligned}\tag{2}$$

где Ω_0 – область, заполненная жидкостью в начальный момент $t = 0$. Здесь $u(x, t), \rho(x, t)$ – скорость и плотность газа, μ – коэффициент вязкости, x – эйлера пространственная координата, t – время.

Известно [1], что существует единственное классическое решение задачи (1) – (2). Существует (см., например, [2]) также обобщенное решение этой задачи при условии, что начальные и граничные функции удовлетворяют следующим условиям:

$$(u_0, \rho_0) \in W^{1,2}(0, X), \quad u_0(0) \geq m_0 > 0, \quad m_0 \leq \rho_0(x) \leq M_0 < \infty; \quad (3)$$

$$(u_1, \rho_1) \in W^{1,2}(0, T), \quad u_1 \geq m_0, \rho_1 \geq m_0$$

$$u_1(0) = u_0(0), \quad \rho_1(0) = \rho_0(0) \quad (4)$$

При этом для обобщенного решения справедливы оценки:

$$\begin{aligned} \sup_{0 < t < T} \left\{ \|u(t)\|_{W^{1,2}(\Omega_t)} + \|\rho(t)\|_{W^{1,2}(\Omega_t)} + \left\| \frac{\partial \rho}{\partial t}(t) \right\|_{L^2(\Omega_t)} \right\} + \\ + \left\| \frac{\partial u}{\partial t} \right\|_{L^2(Q_T)} + \left\| \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right\|_{L^2(Q_T)} \leq C \\ 0 < m \leq \rho(x, t) \leq M < \infty \end{aligned} \quad (5)$$

где константы зависят только от норм данных задачи в пространственных $W^{1,2}(\Omega_0)$ и $W^{1,2}(0, T)$ и постоянных m_0, M_0 . Здесь и далее $W^{1,2}(\Omega)$ обозначает пространство Соболева, состоящее из измеримых функций, имеющих обобщенные производные первого порядка, суммируемые с квадратом. Нормы в $W^{1,2}(\Omega)$ определяется формулой:

$$\|u(t)\|_{W^{1,2}(\Omega)} = \int_{\Omega} (|u|^2 + |u'|^2)^{1/2} dx$$

Тогда задача оптимального управления формулируется следующим образом: Фиксируем начальные функции u_0, ρ_0 , удовлетворяющие условиям (3). За управление возьмем значения скорости и плотности, задаваемые на проницаемой границе $x = 0$, а за наблюдение – финальное (при $t = T$) распределение в области течения жидкости.

Множество управлений определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} U = \{f = (f_1, f_2): f_i \in W^{1,2}(0, T), f_i \geq m_0, \\ f_1(0) = u_0(0), f_2(0) = \rho_0(0), f_1(t) \cdot f_2(t) = R_1(t) \cdot R_2(t)\} \end{aligned} \quad (6)$$

Часть ограничений, накладываемых на множество управлений, представляют собой условия разрешимости задачи о заполнении вакуума. Условие $f_1 \cdot f_2 = R_1 \cdot R_2$ означает, что масса газа, втекающего в область, в каждый момент времени, одна и та же для всех управлений. Функции R_1, R_2 выбираются так, чтобы множество U было не пусто. Для этого достаточно выполнения соотношений:

$$\begin{aligned} R_i \in W^{1,2}(0, T), R_i \geq m_0 \text{ при } 0 < t \leq T, \\ R_1(0) = u_0(0), R_2(0) = \rho_0(0) \end{aligned}$$

Задачу (1),(2) соответствующую управлению f обозначим через P_f .

На множестве U рассмотрим функционал:

$$J(f) = \sum_{i=1}^2 \alpha_i \|f_i - p_i\|_{W^{1,2}(0,T)}^2 + \alpha_3 \int_0^{y(T)} |u(x,T) - q|^2 dx,$$

где p_i – заданные функции из $W^{1,2}(0,T)$, q – заданная постоянная, α_i – положительные постоянные, (u, ρ) – решение задачи P_f , $y(t)$ – решение задачи Коши

$$\frac{dy}{dt} = u(y, t), \quad y|_{t=0} = X$$

Требуется найти оптимальное управление, то есть вектор-функцию f_* такую, что

$$J(f_*) = \inf_{f \in U} J(f) \quad (7)$$

Теорема. Существует решение задачи оптимального управления (1)-(2), (6)-(7).

Литература и источники

1. Кажихов А.В. О краевых задачах для уравнений Бюргерса сжимаемой жидкости в областях с подвижными границами / А. В. Кажихов // Динамика сплошной среды. -1976.- № 26.-С.60-76.
2. Кучер Н.А. Исследование неявной схемы расщепления для многомерных уравнений движения вязкой сжимаемой жидкости / Н.А.Кучер //Динамика сплошной среды.-1993- №107 -с.73-84.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Кучер Н.А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 517.545

ЛЕВОИНВАРИАНТНЫЕ ПАРАКОМПЛЕКСНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ЧЕТЫРЕХМЕРНЫХ СИМПЛЕКТИЧЕСКИХ ГРУППАХ ЛИ

Бородкин Н.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

sonicpigz@gmail.com

Работа посвящена изучению левоинвариантных паракомплексных структур [1] на четырехмерных симплектических группах Ли. Известна полная классификация четырехмерных симплектических алгебр Ли [2]. Напомним, что паракомплексной структурой на многообразии называется поле P эндоморфизмов касательного расслоения, обладающее свойством $P^2 = Id$, где Id – тождественный эндоморфизм. Если задана еще симплектическая структура ω , то требуется еще свойство согласованности: $\omega(PX, PY) = -\omega(X, Y)$.

В данной работе проведено исследование левоинвариантных паракомплексных структур на четырехмерных группах Ли [4]. В таком случае можно все вычисления выполнять на

алгебре Ли. Изучены вопросы существования таких структур. Получены для них геометрические характеристики кривизны. Рассмотрены вопросы интегрируемости.

Основой целью работы является изучение паракомплексных структур на четырехмерных симплектических группах Ли. Также в цели входит построение паракомплексных структур на четырехмерных группах Ли и исследование геометрических свойств четырехмерных групп Ли. Если на многообразии [3] задана (псевдо)риманова метрика g , то можно определить (ковариантное) дифференцирование векторных полей, параллельный перенос векторов вдоль кривых, кривизну многообразия и много других характеристик.

Литература и источники

1. Bejan, C.-L. Legendre Curves on Generalized Paracontact Metric Manifolds [Текст] / Cornelia-Livia Bejan, Semsi Eken, Erol Kılıç // The Bulletin of the Malaysian Mathematical Society. – 2019. – issue 42 (1) : p. 185–199. – Электрон.данные. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/314160715_Legendre_Curves_on_Generalized_Paracontact_Metric_Manifolds.
 2. Goze, M. Symplectic or contact structures on Lie groups [Текст] / M. Goze, Y. Khakimdjani, A. Medina // Differential Geom. Appl. – 2004. – Vol. 21, no. 1 : p. 41–54.
 3. Кобаяси, Ш. Основы дифференциальной геометрии : [в 2 томах] / Ш. Кобаяси, К. Номидзу. – Москва: Наука, 1981.
 4. Панов, А.Н. Группы и алгебры Ли. Основные положения общей теории [Электронный ресурс] / А.Н.Панов // Самарский университет. Кафедра алгебры и геометрии : [официальный сайт]. – Электрон.данные. – Режим доступа : <http://algeom.samsu.ru/extra/books/LieGroupsAlgebras-rus.pdf>. – Загл.с экрана.
- Научный руководитель - д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н. К., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».*

УДК 519.85:331.2

ОБЪЕКТНЫЕ И ТРАНЗАКЦИОННЫЕ БЛОКИРОВКИ ДАННЫХ

Воронов А.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
voronov.sasha2010@mail.ru

Целью данной работы является подготовка практических материалов по ознакомлению с возможностями технологической платформы «1С: Предприятие», позволяющими повысить параллельность работы в прикладном решении. Под повышением параллельности работы понимается повышение комфортности работы в системе большого количества пользователей, чтобы система не висела, не тормозила, работала с должной скоростью. Поэтому можно считать, что тема является актуальной.

Предметом изучения являются два механизма – это механизм объектных блокировок и механизм транзакционных блокировок. Транзакционные блокировки – это блокировки записей в таблицах, именно они используются для реализации той или иной прикладной логики. Объектные блокировки – это блокировки объектов системы. Их задача обеспечить целостность изменений объектов базы одновременно двумя или более пользователями.

В созданных материалах можно выделить четыре главы:

Первая глава посвящена автоматическим транзакционным блокировкам, то есть механизму, который работал в платформе 8.0. У этого механизма есть неоспоримое преимущество в том, что разработчик не задумывается, никакие блокировки он пишет – система все делает сама. Этот механизм, не обладает никакой параллельностью и организовать комфортную работу большого количества пользователей в этом режиме невозможно.

Во второй главе рассматриваются управляемые транзакционные блокировки. Этот более современный режим появился в платформе 8.1, но действует до сих пор и позволяет более тонко настраивать конкретные записи. Изучается, как управлять этими блокировками прикладному программисту «1С: Предприятие» и какие возможности теперь есть него для реализации параллельной работы пользователей.

«Новая методика» проведения изучается в третьей главе. В платформе 8.2 появилась так называемая «Новая методика» – это новые инструменты, новые свойства, новые значения ранее существовавших свойств и расширение функционала платформы. Хотя управляемый режим по работе с транзакционными блокировками позволяет параллельно работать большому количеству пользователей, но как выяснилось не все проблемными ситуации можно оперативно диагностировать со всеми справиться.

Четвертая глава посвящена рассмотрению блокировок объектов системы, возникающих при реализации задач интеграции данных.

Кроме теоретических аспектов в главах, на практических примерах иллюстрируется использование следующих механизмов:

- уровни изоляции;
- требования необходимые для обеспечения прикладной логики;
- выбор режима управления блокировкой данных;
- сравнение двух режимов блокировки данных;
- объект блокировки данных;
- новая методика проведения;
- использование технологического журнала.

К качеству примера практического механизма рассмотрим в языке запросов специальную конструкцию «ДляИзменения», которая позволяет наложить автоматическую блокировку. Эта конструкция используется во многих документах в типовых решениях, причем чаще всего ее используют в обработке проведения. Ее работа заключается в том, что в момент чтения будет повышен уровень блокировки. То есть, когда происходит транзакционное чтение данных из виртуальной таблицы регистра остатки номенклатуры на данные будет наложена исключительная блокировка (ни прочитать, ни изменить нельзя), а не разделяемая.

Итак, типовые решения фирмы 1С переведены на управляемые транзакционные блокировки, но до сих пор встречаются ситуации, когда специалист начинают дорабатывать типовые конфигурации, не учитывая объектные и транзакционные блокировки. При этом начинаются проблемы с параллельностью работы пользователей и медленностью системы. Данные материалы созданы для устранения таких недостатков и будут использоваться в курсе «Комплексное программирование в 1С».

Литература и источники

1. Полещук М.А., Чуешев А.В. Основы конфигурирования в "1С: Библиотеке стандартных подсистем (БСП)". В сборнике: Наука и образование сборник статей X Международной научной конференции. 2014. С. 115-117.
2. Попова О.В., Чуешев А.В. Производительность системы 1С: предприятие для построения отчетов (индексы, агрегаты и оценки). В сборнике: Научное творчество молодежи. Математика. Информатика материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции. Кемеровский государственный университет; Национальный исследовательский Томский государственный университет; Кемеровский научный центр Сибирского отделения РАН; Администрация Анжеро-Судженского городского округа; Филиал Кемеровского государственного университета в г. Анжеро-Судженске; редколлегия: Т.М. Чурекова, И.В. Гравова, Е.В. Вечер, И.Р. Гарайшина; составитель: Т.В. Любина. 2014. С. 166-167.
3. Чуешев А.В., Патшина А.П. Программирование в режиме управляемого приложения 1С: Предприятие 8.2 учебно-методическое пособие для студентов математического факультета /

Кемеровский государственный университет, Кафедра математического анализа. Кемерово, 2011.

Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Чуешев А. В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.63

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В МОДЕЛИ КАРОТИДНОЙ БИФУРКАЦИИ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ СТЕНКОЙ

Кустов А. С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
webpastillus@gmail.com, vborkuzbassnet@gmail.com

Сонные артерии обеспечивают более 70% кровоснабжения головного мозга, поэтому атеросклеротические явления в них могут привести к возникновению тяжелых патологий. Атеросклеротическое сужение просвета сонных артерий как правило возникает в зоне разветвления общей сонной артерии (ОСА) на внутреннюю (ВСА) и наружную (НСА) - каротидной бифуркации. В возникновении и развитии атеросклеротических явлений решающую роль играют гемодинамические характеристики течения [1]. Поэтому математическое моделирование кровотока в каротидной бифуркации позволяет выявить рискованные факторы возникновения и развития атеросклеротических явлений. Течение в этой зоне имеет сложную структуру и его моделирование может быть осуществлено методами вычислительной гидродинамики [2]. Дополнительные сложности компьютерного моделирования кровотока в каротидной бифуркации связаны с тем, что в этой зоне расчеты с использованием жестких стенок сосуда могут дать неверные результаты. Расчеты же с эластичной стенкой сосуда требуют значительно больших ресурсов и специального программного обеспечения.

Цель настоящей работы – изучение нестационарного течения в каротидной бифуркации на примере персонально специфической модели сосуда, с использованием программного обеспечения, позволяющего проводить численные расчеты течения в сосудах с эластичной стенкой.

Для построения геометрической модели и проведения численных расчетов методом конечных элементов в работе использовалось программное обеспечение SimVascular [3]. Геометрическая модель области течения построена на основании данных компьютерной томографии правых сонных артерий пациента Б. 66 лет. Течение моделировалось нестационарными трехмерными уравнениями Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. Постпроцессинг и анализ результатов осуществлялся в программе ParaView [4]. В работе [5] приведены некоторые результаты моделирования гемодинамических показателей в этой же геометрической модели. В отличие от настоящей работы, в [5] стенки сосуда считались жесткими и численные расчеты проводились методом конечных объемов с помощью программного обеспечения OpenFoam [6].

Кровь считалась ньютоновской жидкостью с плотностью 1050 кг/м^3 и динамической вязкостью $3.5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}\cdot\text{с}$ [7]. Моделировалось установившееся периодическое течение, вызванное периодическим изменением скорости течения на входном сечении. Направление вектора скорости в каждой точке входного сечения задавалось параллельным оси сосуда. Распределение абсолютного значения вектора скорости по поверхности сечения задавалось в виде параболического профиля с максимальным значением в геометрическом центре сечения. Информация о временной зависимости величины мгновенного расхода жидкости на входном сечении была получена из данных Допплер-эхографии пациента [7]. На боковой поверхности для скорости ставилось условие непротекания, а на выходных сечениях – однородные условия

Неймана. Для давления на выходных сечениях ставились краевые условия, описывающие сопротивление сосудистой сети [3].

Моделирование деформируемой стенки в SimVascular осуществляется методом связанных моментов (МСМ) [8]. Этот метод предполагает, что стенка сосуда представляет собой тонкую мембрану, охватывающую боковую поверхность области течения. Условная толщина этой мембраны является входным параметром расчетной программы. Кроме толщины стенки, методу необходимы параметры, определяющие свойства материала стенки сосуда, такие как модуль эластичности Юнга, коэффициент Пуассона и плотность. Данный метод применим при небольших деформациях, не превышающих 10% радиуса сосуда [8].

При моделировании периодического течения сначала проводится предварительный расчет для сосуда с жесткой стенкой, с однородными начальными условиями, до достижения стабилизации пульсовых колебаний на 6-м сердечном цикле. Затем, с полученными начальными условиями, проводится расчет для модели с деформируемой стенкой. На рисунке 1а представлен график зависимости от времени скорости течения, усредненной по отрезку общей сонной артерии. По оси абсцисс на рисунках 1а, 1б откладывается время в миллисекундах, по оси ординат – усредненная величина модуля вектора скорости в м/с. На рисунке 1б представлен аналогичный 1а график для деформируемой стенки.

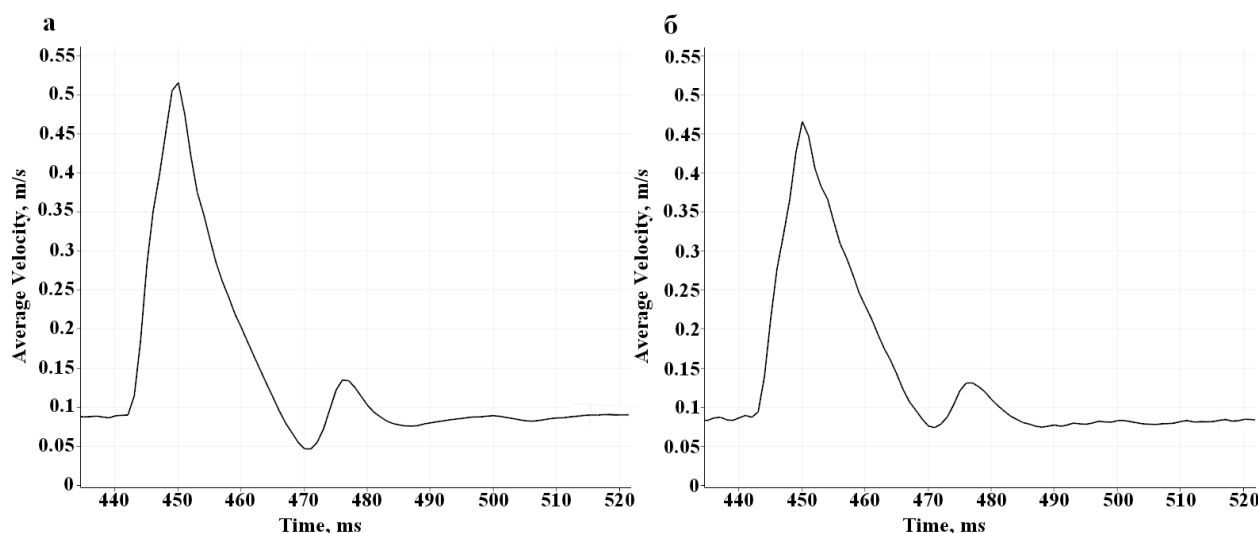


Рисунок 1. График средней скорости на 6-м сердечном цикле а. жесткая стенка, б. деформируемая стенка

На рисунке 2 изображен график изменения условного диаметра сосуда D в зоне расширения просвета ОСА перед бифуркацией для деформируемого случая. Поскольку форма просвета сосуда отличается от круговой, под условным диаметром понимается $D = 2\sqrt{S/\pi}$, где через S обозначена площадь просвета сосуда. По оси абсцисс на рисунке 2 откладывается время в миллисекундах, по оси ординат – величина условного диаметра в сантиметрах. Как видно из рисунка, изменение диаметра сосуда между максимальным и минимальным значениями составляет 6.0%, соответствующее изменение площади просвета сосуда составляет 12.3%.

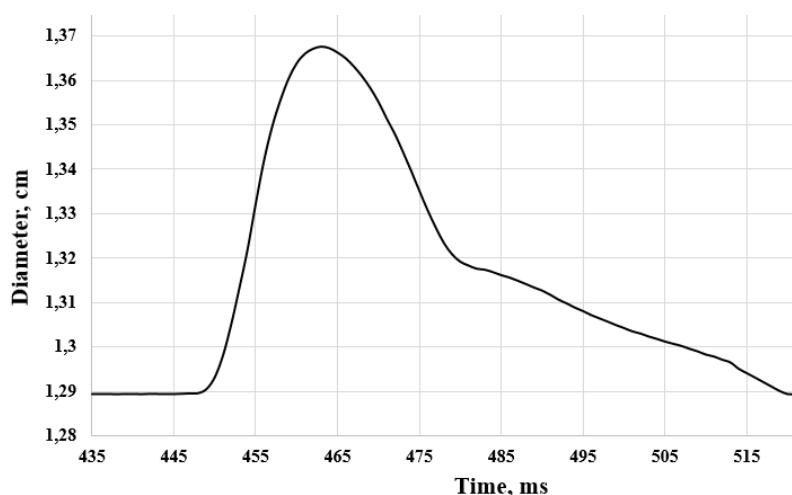


Рисунок 2. График изменения условного диаметра сосуда от времени

В качестве гемодинамических показателей, отражающих интегральные характеристики WSS (Wall Shear Stress), использовались индексы TAWSS и OSI, вычисляемые через WSS [5]. На рисунке 3 изображено распределение показателей OSI и TAWSS для деформируемого случая.

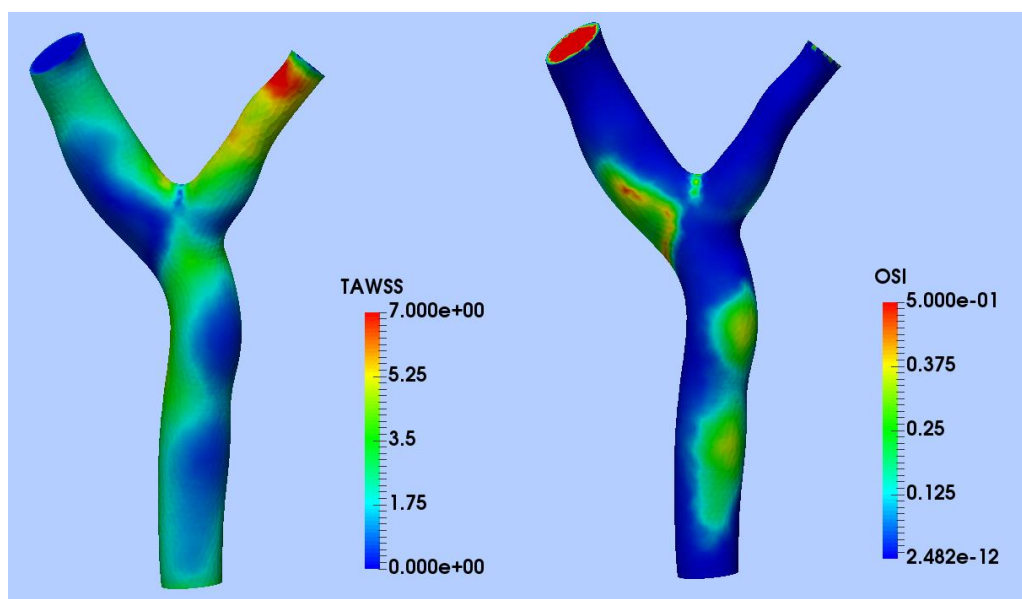


Рисунок 3. Распределение а. TAWSS, б. OSI для деформируемого случая

Проведенные расчеты показали, что в рассматриваемом случае зоны распределения гемодинамических показателей для деформируемой стенки незначительно отличаются от распределения показателей на жесткой стенке [5].

Литература и источники

1. Malek, A. M. Hemodynamic Shear Stress and Its Role in Atherosclerosis / A. M. Malek, S. L. Alper, S. Izumo // American Medical Association Vol. 282, No. 21/1999.
2. Gharahi, H. Computational Fluid Dynamic Simulation of Human Carotid Artery Bifurcation Based on Anatomy and Volumetric Blood Flow Rate Measured With Magnetic Resonance Imaging / H. Gharahi, B. A. Zambrano, D. C. Zhu, J. K. DeMarco, S. Baek // International Journal of Advances in Engineering Sciences (2016) DOI 10.1007/s12572-016-0161-6.

3. Updegrove, A. SimVascular: An Open Source Pipeline for Cardiovascular Simulation / A. Updegrove, N. M. Wilson, J. Merkow, H. Lan, A. L. Marsden, S. C. Shadden // *Annals of Biomedical Engineering* (2016) DOI: 10.1007/s10439-016-1762-8.
 4. ParaView, open-source, multi-platform data analysis and visualization application [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.paraview.org/> (дата обращения 06.03.2019).
 5. Кустов, А.С. Численное исследование гемодинамических показателей для модели каротидной бифуркации/ А.С. Кустов // *Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике: материалы симпозиума XIV (XLVI) Международной научно-практической конференции «Образование, науки, инновации: вклад молодых исследователей»*: Вып. 20 / Кемеровский государственный университет. – Кемерово: 2019. – С. 87-90.
 6. The OpenFOAM Foundation [Электронный ресурс] / 2017. Ltd. OpenCFD. OpenFOAM - User guide - Version 5.0, 2017. Режим доступа: www.openfoam.org (дата обращения 06.03.2019).
 7. Клышников, К. Ю. Моделирование гемодинамики сосудистых протезов «КемАнгипротез» in silico / К.Ю. Клышников, Е.А. Овчаренко, В.Г. Борисов, И.Н. Сизова, Н.Н. Бурков, А.В. Батрагин, Ю.А. Кудрявцева, Ю.Н. Захаров, Ю.И. Шокин // *Мат. биол. и биоинф.* – 2017. Т. 12, № 3. – С. 559-569, doi: 10.17537/2017.12.559.
 8. Filonova, V. Verification of the coupled-momentum method with Womersley's Deformable Wall analytical solution. / V. Filonova, C.J. Arthurs, I.E. Vignon-Clementel, C.A. Figueroa. // *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, John Wiley and Sons, 2019, DOI: 10.1002/cnm.3266.
- Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Борисов В. Г. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 515.127.1, 517.22

О ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ И НЕДИФФЕРЕНЦИРУЕМОСТИ ФРАКТАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Леончик П. А.

Центр детского научного творчества «Интеллектуал КемГУ»
фонда Андрея Мельниченко, Кемеровский государственный университет
leonchik.2002@mail.ru

Особый интерес в современном мире представляет самоподобие — сложное явление, когда фигура состоит из частей, подобных ей самой. На этом принципе базируется такой раздел математики, как фрактальная геометрия. Фракталы представляют ценность не только в теоретическом, но и практическом плане.

В основе построения фрактала заложена следующая идея: бесконечное множество самоподобных фигур можно получить при помощи двух операций — масштабирования и копирования. Рассмотрим геометрический способ построения фрактала [2].

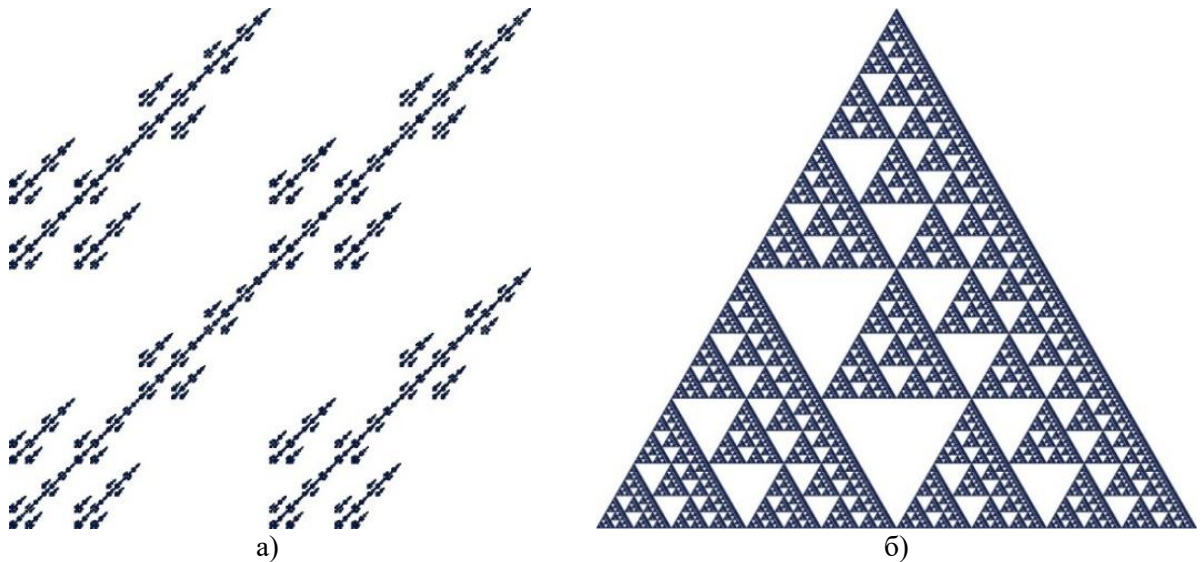


Рисунок 1. Собственные примеры фракталов: а) квадрат, б) треугольник

Построим собственный фрактал и найдем его размерность (рис.1, а). Приведенный фрактал получается из исходной фигуры сжатием в два раза (центр сжатия – точка с координатами $(0;0)$ и перемещением копий исходного квадрата на векторы с координатами $(0; 0,5)$, $(0,5; 0)$ и $(0,5; 0,5)$. Для удобства расчетов представим исходный квадрат K_1 как 4 квадрата K_2 со стороной $\frac{1}{2}$; тогда сумма всех частей $K_3, K_4, K_5, \dots$, содержащихся в K_2 , для подсчета размеров K_1 будет умножена на 4. В каждом из уменьшенных квадратов K_2 содержится по одному квадрату $K_3, K_4, K_5, \dots$, подобных исходному и имеющими длины сторон $1/4, 1/8, 1/16$ и т. д. Тогда формула примет вид:

$$4 \cdot \left(\left(\frac{1}{4} \right)^d + \left(\frac{1}{8} \right)^d + \left(\frac{1}{16} \right)^d + \dots \right) = 1. \quad (1)$$

Аналогично с использованием формулы бесконечно убывающей геометрической прогрессии имеем:

$$\frac{\left(\frac{1}{4} \right)^d}{1 - \left(\frac{1}{2} \right)^d} = \frac{1}{4}, \text{ но } \left(\frac{1}{4} \right)^d = \left(\frac{1}{2} \right)^{2d}. \quad (2)$$

Решим полученное квадратное уравнение с заменой

$$t = \left(\frac{1}{2} \right)^d, \quad (3)$$

учитывая, что $0 < t < 1$. Найдем корни уравнения

$$4t^2 + t - 1 = 0. \quad (4)$$

В итоге получаем единственный корень, удовлетворяющий наложенным условиям

$$t = \frac{-1 + \sqrt{17}}{8}, \quad \left(\frac{1}{2} \right)^d = \frac{-1 + \sqrt{17}}{8}, \quad d \approx \log_{0,5} 0,39038 \approx 1,357. \quad (5)$$

Такое же значение размерности выдает программа, написанная в приложении для построения фрактальных фигур IFStile, что подтверждает правдивость наших рассуждений.

Аналогично для треугольника (рис. 1, б):

$$d = \log_{0,5} \frac{2-\sqrt{2}}{2} \approx \log_{0,5} 0,2928 \approx 1,772. \quad (6)$$

Однако есть функции, которые задаются функциональными рядами, слагаемые в которых являются самоподобными, то есть при масштабировании участки графиков повторяют сами себя. Это и есть свойства фракталов. В 1875 году К. Вейерштрасс построил пример непрерывной, но нигде не дифференцируемой функции [1]:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} b^n \cos(a^n \pi x), \text{ где } a - \text{нечетное целое число, } 0 < b < 1, a \cdot b \geq 1.$$

Заметим, что, во-первых, косинус – периодическая функция. Во-вторых, каждое следующее слагаемое является образом предыдущего слагаемого относительно сжимающего аффинного отображения. В-третьих, пример Вейерштрасса – сходящийся ряд.

Рассмотрим другую функцию

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{3}{4}\right)^n \varphi\left(4^n x\right) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n(x), \quad (7)$$

являющаяся рядом из непрерывных периодических с периодом $\frac{2}{4^n}$ функций $f_n(x)$.

Предложение. Пусть функция $\varphi(t)$ удовлетворяет условиям:

- не дифференцируема в целых точках $\mathbb{R}$;
- периодическая с периодом 2;

$$0 \leq \varphi(t) \leq 1, \varphi(t) \in C(\square), \varphi(2n) = 0, \varphi(2n-1) = 1, n \in \square; \quad (8)$$

Тогда функция $f(x)$ не дифференцируема на $\mathbb{R}$ (рис. 2).

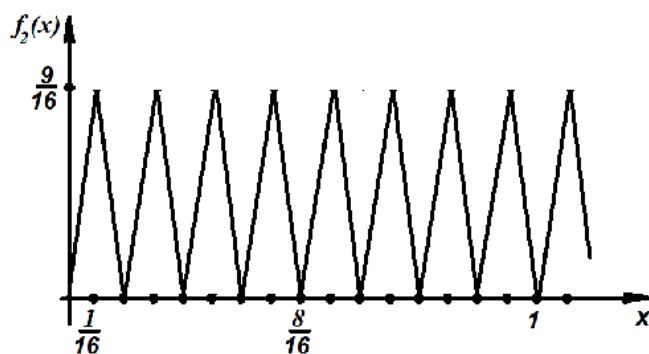


Рисунок 2. График второго слагаемого этого ряда

Получить почти всюду непрерывную функцию, производная которой почти всюду равна нулю, можно, если использовать антье-функцию.

Пример (почти всюду непрерывная, монотонная функция, производная которой равна нулю). Рассмотрим функцию

$$f(x) = \begin{cases} \operatorname{arctg} \left[\frac{1}{x} \right], & x \in (0,1]; \\ \frac{\pi}{2}, & x = 0, \end{cases} \quad \text{где } \left[\frac{1}{x} \right] - \text{целая часть дроби } \frac{1}{x}.$$

Длины промежутков непрерывности этой функции $\frac{1}{k} - \frac{1}{k+1} = \frac{1}{k(k+1)}$. Точками

разрыва этой функции будут точки последовательности $\left\{ \frac{1}{k} \right\}_{k=1}^{\infty}$ - множество меры нуль по

Лебегу. Функция $f(x)$ непрерывна почти всюду на отрезке $[0,1]$. Производная этой функции почти всюду на отрезке $[0,1]$ равна нулю. По непрерывности производную можно

доопределить в точках последовательности $\left\{ \frac{1}{k} \right\}_{k=1}^{\infty}$ нулем. Тогда $f'(x) = 0, x \in [0,1]$.

Привели пример почти всюду непрерывной, монотонной, ограниченной на отрезке $[0,1]$ функции, производная которой равна 0 на $[0,1]$.

Литература и источники

1. Даурцева, Н. А. Практический курс фрактальной геометрии: учеб. пособие / Н. А. Даурцева. -- ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». -- Кемерово: Кузбассвузиздат, 2008. -- 116 с.
 2. Морозов, А. Д. Введение в теорию фракталов / А. Д. Морозов. -- Институт компьютерных исследований -- Москва-Ижевск, 2002. -- 160 с.
- Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Н. А. Чуешева, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 519.85:331.2

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Литвищенко Д.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
dasha-litvishenko@mail.ru

Работа посвящена изучению базового механизма – автоматизированного тестирования. Данный механизм используются для записи и воспроизведения различных действий пользователей в системе «1С: Предприятие». В связи с переходом на дистанционное обучение появилась необходимость написания интерактивных руководств по действиям пользователей. В этой связи тема «Автоматизированное тестирование» является актуальной.

Целью работы является создание обучающих материалов по автоматизированному тестированию в системе «1С: Предприятие».

Предмет работы: механизм автоматизированного тестирования появился в платформе «1С: Предприятие 8» начиная с версии 8.3.2. Этот механизм позволяет записать действия пользователя в виде xml файла, перевести его в код 1С и воспроизвести действия пользователя на прикладном решении.

Материалы работы включают в себя две главы.

Первая глава носит теоретический характер. Она описывает историю появления механизма и основной инструментарий. Перечисляет возможности и области применения.

Во второй главе на практических примерах рассматривается применение механизма автоматизированного тестирования, а именно:

- создание и проверка тестируемых приложений;
- запись действий пользователя;
- управление журналированием через менеджера тестирования;
- использование внешней обработки «UILOGTOSCRIPТ»;
- создание сценария на основании журнала действий;
- выполнение сценария;
- добавление проверок в сценарий;
- адаптация выполнения сценария для восприятия.

Рассмотрим по этапам, один из практических начальных примеров, решение задачи «Создание и проверка тестируемых приложений».

На первом этапе создаются две базы с пустыми конфигурациями:

1. база тестируемого приложения «Приложение1»;
2. база «Управляющее Приложение» для управления тестируемым приложениям.

Вторым этапом будет вставка параметров для идентификации базы тестируемого приложения и базы управляющего приложения.

На третьем этапе в базе «Приложение1» определим справочник «Номенклатура», в котором будут храниться наши данные по товарам и услугам для тестирования, а в базе «Управляющее Приложение» подключим внешнюю обработку «UILOGTOSCRIPТ».

Четвертый посвящен записи действий пользователя в базе «Приложение1» и сохранение их в журнале действий пользователя, в виде xml файла.

Реализация пятого этапа заключается в преобразовании журнала действий пользователя в процедуры на языке 1С с помощью обработки «UILOGTOSCRIPТ» в базе «UILOGTOSCRIPТ». Эти процедуры помещаются в новую обработку «Тестирование» с командой запуска «Выполнить тестирование» в базе «Управляющее Приложение».

Завершающий этап посвящен самому тестированию. База «Приложение1» и база «Управляющее Приложение» открыты в пользовательском режиме. Запуская обработку «Тестирование» видим, как повторяются действия пользователя в базе «Приложение1».

Итак, созданы материалы для автоматизированного тестирования произвольного прикладного решения системы «1С: Предприятие». Учитывая, что материалов и специалистов по автоматизированному тестированию мало, можно считать, что данные материалы будут востребованы широким кругом специалистов в 1С. Более того, будут использоваться в курсах «Разработка распределенных информационных систем» и «Менеджмент корпоративных информационных систем».

Литература и источники

1. Обанин А.Е., Чуешев А.В. Тесты для курса "Комплексное программирование 1с". В сборнике: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции "Научное творчество молодежи. Математика. Информатика" материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. Анжоро-Судженск, 2015. [С. 47-48].
2. Обанин А.Е., Чуешев А.В. Создание базы тестов для курса "Комплексное программирование 1с". В сборнике: Наука и образование 2015. [С. 126-128].
3. Беспалова С.В., Чуешев А.В. Создание электронного учебника: азы программирования в управляемом приложении. В сборнике: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции "Научное творчество молодежи. Математика. Информатика" материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. Анжоро-Судженск, 2015. [С. 30-31].

УДК 003.26

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ НА БАЗЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Лопатина Н.К.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

lopatinata@gmail.com

Одна из областей в теории чисел и алгебраической геометрии – эллиптические кривые над конечными полями – с каждым годом становится все более актуальной в современной криптографии. Мысль использования эллиптической кривых для защиты информации была выдвинута Миллером В. и Коблицем Н. в 1985 г.. Интерес к эллиптическим кривым в криптографии обоснован тем, что они являются обширным источником конечных абелевых групп, наделенных простой структурой, а так же тем, что на их базе обеспечиваются те же криптографические характеристики, что и у числовых или полиномиальных криптосистем, но при значительно наименьшем размере ключа. Эллиптические кривые также используются при факторизации и проведения тестирования чисел, также востребованных в криптографии.

Эллиптическая криптография представляет самостоятельный раздел криптографии, изучающий ассиметричные криптосистемы (с открытым ключом), которые были основаны на эллиптических кривых над конечными полями. Криптостойкость таковых криптосистем основана на высочайшей трудозатратности решения задачи дискретного логарифмирования в группах точек эллиптических кривых, связанной с определением неизвестного целочисленного коэффициента кратности x , при известных точках P и Q эллиптической кривой в уравнении $Q = x \cdot P$.

Главное преимущество эллиптической криптографии перед иными системами с открытым ключом состоит в том, что на сегодня не установлены продуктивные методы для решения задачи дискретного логарифмирования на точках эллиптических кривых. Это обуславливает довольно высочайший уровень криптостойкости систем, которые были построены на эллиптических кривых, даже в случае использования малых входных характеристик системы, в том числе при малом размере ключа.

В данной работе изучаются криптосистемы, в которых элементы защищаемых текстов переводятся в точки эллиптических кривых, т. е. гладких алгебраических кривых третьего порядка вида:

$$y^2 = x^3 + ax + b \pmod{p} \quad (1)$$

Точки такой кривой образуют абелевую группу с операциями сложения и скалярного произведения. Если $P=(x_1, y_1)$ и $Q=(x_2, y_2)$ – это две точки кривой, то значение противоположного элемента $-P$ и суммы $P+Q$ определяются по правилам:

$$\begin{aligned} -P &= (x_1, -y_1) \text{ и } P+Q = (x_3, y_3), \\ x_3 &= \alpha^2 - x_1 - x_2, \\ y_3 &= \alpha(x_1 - x_3) - y_1, \end{aligned} \quad \alpha = \begin{cases} \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}, & P \neq Q \\ \frac{3x_1^2 + a}{2y_1}, & P = Q \end{cases}, \quad (2)$$

где все операции выполняются по простому модулю p .

Для таких криптосистем в работе исследуются новые методы защиты информации с ключевым обменом Диффи-Хеллмана на базе эллиптических кривых над конечным полем.

Приведем пример такого алгоритма:

1. Стороны обмена зашифрованной информацией независимо друг от друга генерируют общий секретный ключ $P = (x_0, y_0)$ в соответствии с ключевым алгоритмом Диффи-Хеллмана и с обязательной проверкой условия корректности такого ключа, а именно

$$\text{НОД}(x_0, N) = 1 = \text{НОД}(y_0, N), \quad (3)$$

где N - порядок эллиптической кривой.

2. Производится разбиение текста на элементы и осуществляется перевод этих элементов в точки эллиптической кривой в соответствии с используемым алфавитом.

3. Шифрование элементов, находящихся на нечетных позициях, осуществляется по формуле:

$$C_{2i-1} = x_0 * (B_i + (x_0, y_0)), i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

4. Шифрование символов, которые находятся на четных позициях, использует формулу:

$$C_{2i} = y_0 * (B_i + (x_0, y_0)), i = 1, 2, \dots \quad (5)$$

5. После шифрования элементов получаем список точек эллиптической кривой.

6. Дешифрование проходит по формулам:

- для нечетной позиции:

$$B_{2i-1} = x_0^{-1}(\text{mod } N) * (C_i - (x_0, y_0)), i = 1, 2, \dots \quad (6)$$

- для четной позиции:

$$B_{2i} = y_0^{-1}(\text{mod } N) * (C_i - (x_0, y_0)), i = 1, 2, \dots \quad (7)$$

где N – это порядок эллиптической кривой.

Итогом данной работы являются новые методы криптографической защиты информации, использующие ключевой обмен Диффи-Хеллмана на базе точек эллиптической кривой, которые автор планирует реализовать на языке программирования Python.

Литература и источники

1. Баричев С.Г., Серов Р.Е. Основы современной криптографии: Учебное пособие. - М.: Горячая линия - Телеком, 2002.
 2. Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б. Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Протоколы криптографии на эллиптических кривых. -М.: КомКнига, 2006.
 3. Жданов О.Н., Чалкин В.А. Эллиптические кривые. Основы теории и криптографические приложения. -М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
 4. Кнепп Э. Эллиптические кривые. -М.: Факториал Пресс, 2004.
 5. Соловьев Ю.П. и др. Эллиптические кривые и современные алгоритмы теории чисел. - Москва-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003.
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Сергеева О. А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».*

УДК 517.951

ОБОСНОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСЩЕПЛЕНИЯ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ СМЕСИ ВЯЗКИХ СЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Малыгин Д.Д.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

maligindim@mail.ru

Настоящая работа посвящается обоснованию дифференциальной схемы расщепления для нелинейной составной системы дифференциальных уравнений, моделирующей нестационарные движения смеси вязких сжимаемых жидкостей.

Рассматривается смесь, состоявшая из двух компонентов, каждая из которых характеризуется распределением плотности ρ_i , $i = 1, 2$, давления p_i , $i = 1, 2$ и полем скоростей u_i , $i = 1, 2$. Они удовлетворяют следующим уравнениям [1]

$$\begin{aligned} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} + \rho_1 u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial p_1}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left((2\mu_{11} + \lambda_{11}) \frac{\partial u_1}{\partial x} + (2\mu_{12} + \lambda_{12}) \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) + I^{(1)}, \\ \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} + \rho_2 u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} + \frac{\partial p_2}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left((2\mu_{21} + \lambda_{21}) \frac{\partial u_1}{\partial x} + (2\mu_{22} + \lambda_{22}) \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) + I^{(2)}, \end{aligned} \quad (1a)$$

$$\frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho_1 u_1) = 0, \quad \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho_2 u_2) = 0, \quad (1b)$$

первые два, из которых представляют собой закон сохранения импульса компонентов смеси и два последних выражают законы сохранения массы каждой из компонент.

Из законов термодинамики следует, что постоянные коэффициенты вязкости μ_{ij} , λ_{ij} , $i, j = 1, 2$ должны удовлетворять неравенствам.

$$\begin{aligned} \mu_{11} > 0, \quad 4\mu_{11}\mu_{22} - (\mu_{12} + \mu_{21})^2 > 0, \\ v_{ij} = 2\mu_{ij} + \lambda_{ij}, \quad v_{11} > 0, \quad 4v_{11}v_{22} - (v_{12} + v_{21})^2 > 0 \end{aligned} \quad (1c)$$

Предполагается также, что давление $p_i(t, x)$ и плотность $\rho_i(t, x)$ в i -ой компоненте смеси связаны соотношением

$$p_i = \rho_i^{\gamma_i}, \quad i = 1, 2, \quad \gamma_i > 1. \quad (1d)$$

Слагаемые $I^{(i)}$, выражающие интенсивность обмена импульсами между компонентами в смеси, определяются по формуле [2]

$$I^{(i)} = (-1)^{i+1} a (u_2 - u_1), \quad a = \text{const} > 0, \quad i = 1, 2 \quad (1e)$$

Уравнения (1a) и (1b) должны быть дополнены начальными условиями

$$\begin{aligned} \rho_i(0, x) &= \rho_i^0(x), \quad u_i(0, x) = u_i^0(x) \\ x \in \Omega &= (0, 1), \quad i = 1, 2 \end{aligned} \quad (1f)$$

И граничными условиями, в качестве которых мы примем условия периодичности

$$\begin{aligned} \rho_i(t, 0) &= \rho_i(t, 1), \quad u_i(t, 0) = u_i(t, 1), \\ i &= 1, 2, \quad t \in (0, T) \end{aligned} \quad (1g)$$

Для систем дифференциальных уравнений (1a), (1b) рассмотрим расщепления по физическим процессам, заключающееся в том, что расчет физических параметров, движущийся среды производится в несколько этапов, когда последовательно учитываются те или иные факторы, формирующие картину течения. Временной промежуток $[0, T]$ разбивается на целые шаги $[n\tau, (n+1)\tau]$, $n = 0, 1, \dots, N-1$, $N\tau = T$ (N можно считать целым) и расчет каждого целого шага производится посредством последовательного интегрирования следующих систем дифференциальных уравнений (более простых по сравнению с исходной системой уравнений).

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial \rho_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + u_2 \frac{\partial \rho_2}{\partial x} = 0 \\ \frac{1}{5} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} + \rho_1 u_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} = 0, \quad \frac{1}{5} \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} + \rho_2 u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

$$n\tau < t \leq n\tau + \frac{1}{5}\tau$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = 0 \\ \frac{1}{5} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_1^{r_1}) = 0, \quad \frac{1}{5} \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_2^{r_2}) = 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

$$n\tau + \frac{1}{5}\tau < t \leq n\tau + \frac{2}{5}\tau$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} = 0, \quad \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} = 0 \\ \frac{1}{5} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{1}{2} v_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x} \right], \quad \frac{1}{5} \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{1}{2} v_{21} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right] \end{array} \right. \quad (4)$$

$$n\tau + \frac{2}{5}\tau < t \leq n\tau + \frac{3}{5}\tau$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} = 0, \quad \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} = 0 \\ \frac{1}{5} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} = \frac{1}{2} v_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + v_{12} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} \left(t - \frac{1}{5}\tau \right) \\ \frac{1}{5} \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} = \frac{1}{2} v_{21} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + v_{22} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} \left(t - \frac{1}{5}\tau \right) \end{array} \right. \quad (5)$$

$$n\tau + \frac{3}{5}\tau < t \leq n\tau + \frac{4}{5}\tau$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} = 0, \quad \frac{1}{5} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} = 0 \\ \frac{1}{5} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} = a(u_2 - u_1), \quad \frac{1}{5} \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} = -a(u_2 - u_1) \end{array} \right. \quad (6)$$

$$n\tau + \frac{4}{5}\tau < t \leq n\tau + \tau$$

Уравнения (2) учитывают эффекты переноса частиц среды. В уравнениях (3) учтены члены с давлением в уравнениях движения и члены вида $\frac{\partial u_i}{\partial x}$ в уравнениях неразрывности. В системе (4), (5) — вязкостные свойства среды. И уравнения (6) отражают эффекты, обусловленные обменом импульсами между компонентами.

Для каждой из систем уравнений (2) — (6) ставятся граничные условия в виде условий периодичности (1g) по пространственной переменной x , а в качестве начальных данных для каждой из этих систем уравнений принимаются решения, полученные на предыдущем дробном шаге.

Обоснование сформулированной схемы расщепления означает, что требуется установить факт существования решений $\rho_{i,\tau}, u_{i,\tau}$ при любом значении параметра τ и сходимости однопараметрического семейства решений этой задачи к точному решению исходной [3-7].

Условимся использовать следующие обозначения: $W^{l,p}(\Omega)$ — стандартное пространство Соболева, состоящее из измеримых функций, обладающих обобщенными производными до порядка l включительно, и интегрируемы со степенью p ; $H^l(\Omega)$ — гильбертово пространство,

полученное замыканием множества бесконечно дифференцируемых на всей прямой $\mathbb{R}$, периодических (с единичным периодом) функции по норме $\|f\|_{l,2} = \|f\|_{W^{l,2}(\Omega)}$.

Теорема. Предположим, что начальные данные $Q_i^0(x) = \ln \rho_i^0(x)$ и $u_i^0(x)$ принадлежат пространству $H^l(\Omega)$, $l \geq 3$. Тогда на некотором промежутке $(0, T)$ последовательность решений $Z_\tau(t) = (Q_{1,\tau}, Q_{2,\tau}, u_{1,\tau}, u_{2,\tau})$, $Q_{i,\tau} = \ln \rho_{i,\tau}$ вспомогательной задачи (2) – (6) при $\tau \rightarrow 0$ сходится к точному решению $Z(t) = (Q_1, Q_2, u_1, u_2)$ задачи (1) в следующем смысле:

$$\begin{aligned} Z_\tau(t) &\rightarrow Z(t) * - \text{слабо в } L^\infty(0, T, H^l(\Omega)) \\ Z_\tau(t) &\rightarrow Z(t) \text{ сильно в } C(0, T, H^{l-1}(\Omega)) \\ \frac{\partial Q_{i,\tau}}{\partial x} &\rightarrow \frac{\partial Q_i}{\partial x} * - \text{слабо в } L^\infty(0, T, H^{l-1}(\Omega)), \quad i = 1, 2 \\ \frac{\partial Q_{i,\tau}}{\partial x} &\rightarrow \frac{\partial Q_i}{\partial x} \text{ слабо в } L^2(0, T, H^{l-1}(\Omega)), \quad i = 1, 2 \end{aligned}$$

При этом вектор функция $Z_\tau(t) = (Q_{1,\tau}, Q_{2,\tau}, u_{1,\tau}, u_{2,\tau})$ сходится к $Z(t) = (Q_1, Q_2, u_1, u_2)$ равномерно в цилиндре $\Omega \times (0, T)$, а производные до порядка $l - 2$ включительно сходятся равномерно в этом цилиндре к соответствующим производным от Z .

Литература и источники

1. Rajagopal, K.R. Mechanics of mixtures / K.R. Rajagopal, L.Tao. - London: World Scientific Publishing, -1995, -198 p.
2. Крайко, А.Н. Механика многофазных сред / А.Н.Крайко, Р.И.Нигматулин, В.К.Старков, Л.Б.Стернин // Итоги науки и техники. Гидродинамика. – 1972. – т.6. – с. 93 – 174.
3. Кучер Н.А. Некоторые замечания о схемах расщепления для уравнений газовой динамики, используемых в методе "крупных частиц" / Н.А.Кучер //Вычислительные технологии.-2006- т.11.-№53 -с.94-108.
4. Кучер Н.А. Обоснование схем расщепления для многомерных уравнений газовой динамики / Н.А.Кучер //Доклады Академии наук СССР.-1990-т.315.-№1 -с.23-28.
5. Кучер Н.А. Об обосновании схем расщепления, используемых в методе крупных частиц/ Н.А.Кучер //Динамика сплошной среды.-1988- №85 -с.52-73.
6. Кучер Н.А. О методе слабой аппроксимации для многомерных уравнений газовой динамики / Н.А.Кучер //Динамика сплошной среды.-1990- №97 -с.51-62.
7. Кучер Н.А. Исследование неявной схемы расщепления для многомерных уравнений движения вязкой сжимаемой жидкости / Н.А.Кучер //Динамика сплошной среды.-1993- №107 -с.73-84.

Научный руководитель - д.ф.-м.н., профессор Кучер.Н.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

УДК 519.63

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБОБЩЕННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КАРОТИДНОЙ БИФУРКАЦИИ

Невзоров В.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kerka4242@gmail.com

Бифуркация сонной артерии у разных людей может иметь весьма отличающуюся конфигурацию. Тем не менее, может быть выделено ограниченное число параметров, которые будут хорошо описывать форму сосуда, встречающуюся у большого процента людей. В настоящей работе описано приложение, которое по 7 входным параметрам, характеризующим

форму сосуда, в автоматическом режиме строит геометрическую модель этого сосуда (см. Рис. 1). Также, в автоматическом режиме строится тетраэдральная расчетная сетка, предназначенная для проведения численных расчетов течения крови в сосуде. Приложение может быть использовано при проведении исследований, связанных с оценкой влияния вариации тех или иных геометрических параметров сосуда на характеристики течения в нем.

В качестве входных данных, описывающих геометрическую форму модели (см. Рис.1), используются следующие параметры [1]:

- A - диаметр Общей Сонной Артерии (ОСА);
- B - диаметр сосуда в начале расширения Внутренней Сонной Артерии (ВСА);
- C - диаметр сосуда в середине расширения ВСА;
- D - диаметр ВСА;
- E - диаметр Наружной Сонной Артерии (НСА);
- L - расстояние между средними линиями ВСА и НСА;
- Angle - угол, между ВСА и НСА в месте их разветвления.

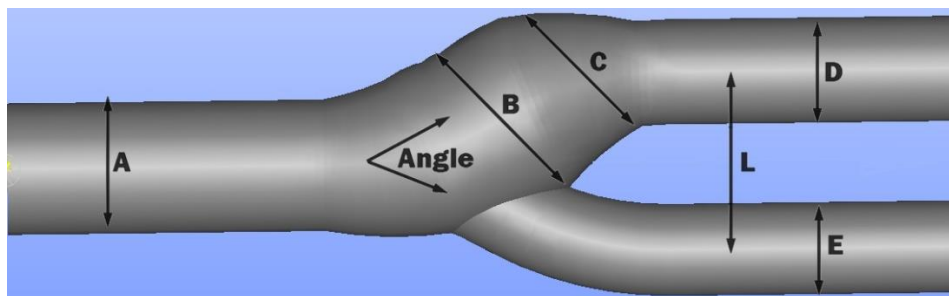


Рисунок 1. Геометрическая модель сонной артерии

Для описания сетки используются следующие параметры: максимальный размер ячейки сетки на входе, максимальные размеры ячеек сетки на выходах, максимальный и минимальный размеры ячейки сетки в области течения, максимальный размер ячейки сетки на боковой поверхности.

Приложение написано на языке Python с использованием API открытого программного обеспечения Salome [2], предназначенного для построения геометрических моделей и расчетных сеток. Результатом работы приложения является файл формата «unv», который можно использовать для дальнейших гидродинамических расчетов.

Ниже приводятся некоторые результаты тестовых численных расчетов течения крови, проведенные в программном комплексе OpenFoam [3] с использованием расчетной сетки, построенной описанным приложением. Для построения геометрической формы сосуда использовались следующие значения параметров: $A = 0.005$ м, $B = 0.0065$ м, $C = 0.007$ м, $D = 0.004$ м, $E = 0.0035$ м, $L = 0.015$ м, $\text{Angle} = 30^\circ$. Размер ячейки сетки в области течения был выбран равным $8e-4$. Кровь предполагается вязкой несжимаемой жидкостью с плотностью 1050 г/см^3 и динамической вязкостью $3.675 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Постановка нестационарной краевой задачи аналогична постановке, использованной в [4].

На Рис. 2 изображены линии тока в фазе систолического спада скорости сердечного цикла. Цветом на рисунке отображается скорость движения частиц крови вдоль линий тока. На рисунке видно характерное завихрение течения в зоне бифуркации.

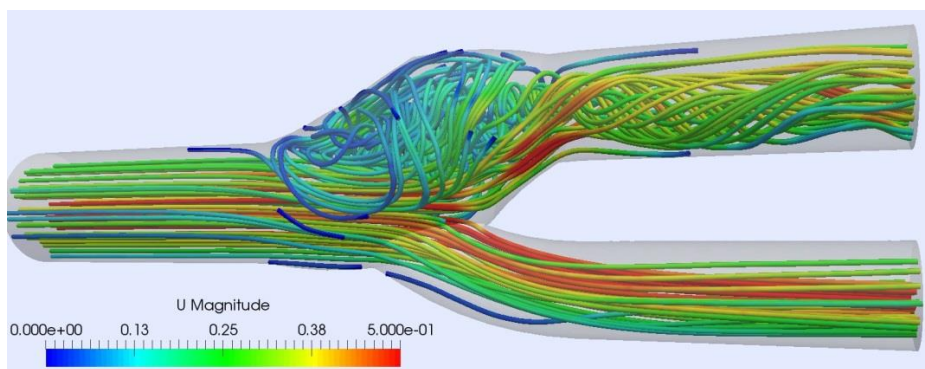


Рисунок 2. Линии тока в фазе систолического спада

На Рис.3 изображено поле скорости в фазе систолического спада в продольном сечении сосуда. Стрелками отображается направление вектора скорости, цветом — абсолютное значение скорости течения. На рисунке видно застойную зону в каротидном синусе с вихревым течением в ней.

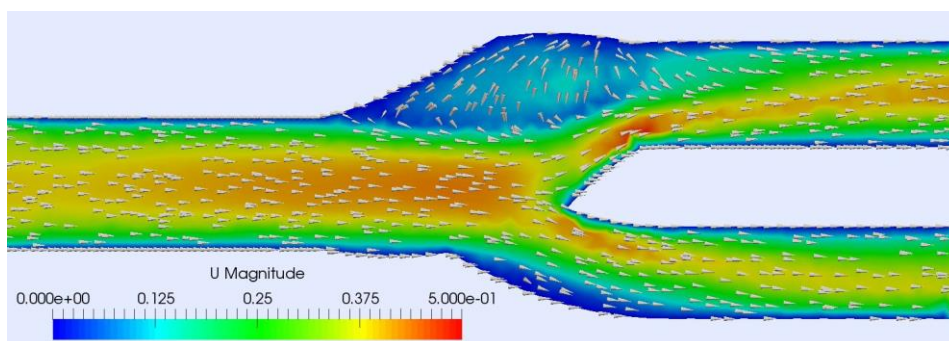


Рисунок 3. Поле скорости в продольном сечении сосуда

На Рис.4 а изображена проекция на поперечное сечение сосуда векторного поля скорости в фазе систолического спада. В зоне каротидного синуса видны два противоположно направленных вихря. На Рис.4 б изображен график зависимости скорости в центре входного сечения от времени. Красным обведена зона систолического спада скорости.

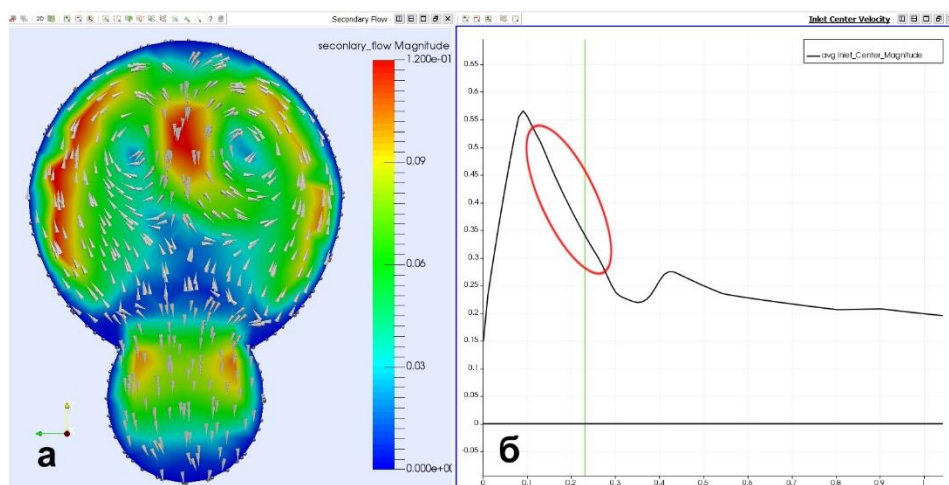


Рисунок 4. а. поле скорости в поперечном сечении сосуда, б. зависимость скорости течения от времени

Для визуализации результатов расчетов использовалось свободно распространяемое программное средство ParaView [5]. Результаты, полученные в ходе тестовых расчетов,

соответствуют опубликованным данным по качественному поведению течения крови в зоне каротидной бифуркации [6].

Использование для написания приложения языка Python с открытым кодом позволяет, при необходимости, вводить дополнительные параметры, описывающие геометрическую форму сосуда и расчетную сетку.

Литература и источники

1. Spyrou L. A., Giannakopoulos A., Athanasoulas A., Giannoukas A. Finite element simulation of carotid endarterectomy // GRACM International Congress on Computational Mechanics. 2015.
2. SALOME, Open Source Integration Platform for Numerical Simulation. Адрес доступа: <http://www.salome-platform.org/> (дата обращения 06.03.2019).
3. The OpenFOAM Foundation [Электронный ресурс] / 2017. Ltd. OpenCFD. OpenFOAM - User guide - Version 5.0, 2017. Режим доступа: www.openfoam.org (дата обращения 06.03.2019).
4. Борисов В. Г., Захаров Ю. Н., Шокин Ю. И., Овчаренко Е. А., Клышников К. Ю., Сизова И. Н., Батрагин А. В., Кудрявцева Ю. А., Онищенко П. С. Численный метод прогнозирования гемодинамических эффектов в сосудистых протезах // Сибирский журнал вычислительной математики. - 2019. - №4. С. 399-414.
5. ParaView, open-source, multi-platform data analysis and visualization application [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.paraview.org/> (дата обращения 06.03.2019).
6. Hayase H., Tokunaga K., Nakayama T., Sugiu K., Nishida A., Arimitsu S., Hishikawa T., Ono S., Ohta M., Date I. Computational Fluid Dynamics of Carotid Arteries After Carotid Endarterectomy or Carotid Artery Stenting Based on Postoperative Patient-Specific Computed Tomography Angiography and Ultrasound Flow Data // Neurosurgery, - 2011. - Volume 68, Issue 4. С. 1096-1101.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Борисов В.Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

УДК 003.26

КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМАХ

Ненашев А.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
regygroup@gmail.com

Известно, что в современном мире защита информации занимает значимую роль. А особенно в платежных системах. Когда любая покупка в магазине, покупка чего-либо в сети интернет затрагивает персональную информацию, вопрос о защите встает на первый план.

На протяжении многих веков в экономике, люди изобретали новый и новые способы оплаты. Начали с бартера и пришли к банкнотам. Далее появились чеки, экономика развивалась, пока не пришла к кредитным картам. Это был колоссальный прорыв в экономике. Банковские карты сочетали в себе удобство пользования, хранение и безопасность денежных средств. Людям не приходилось носить с собой бумажники с большим количеством купюры, все денежные средства хранились на карте.

В настоящее время система электронных платежей является неотъемлемой частью современного человека. Кредитные или дебетовые карты широко использовались для локальных или удаленных транзакций, значительно снижая потребность в неудобных кассовых операциях.

Тем не менее, было огромное количество случаев мошенничества с кредитными картами через сеть Интернет, из-за слабой системы безопасности электронных платежей. Ряд решений

был предложен, но большинство из них были неудобны и не удовлетворяли потребности владельцев карт и продавцов одновременно.

Электронным платёжным системам ещё предстоит прийти к единому стандарту, ведь с каждым днем появляются все новые и новые стандарты. А ведь любому пользователю хочется без ограничений платить в интернете любым удобным ему способом. С ростом популярности онлайн покупок системы электронных платежей стали обязательным условием для онлайн-потребителей - сделать покупки и банковские операции более удобными. Платежным системам ещё предстоит прийти к единому стандарту, ведь с каждым днем появляются все новые и новые стандарты. А ведь любому пользователю хочется без ограничений платить в интернете любым удобным ему способом.

В работе рассматривается метод работы через NFC-чип, встроенный в телефоны и в пластиковые карты. Когда мобильный телефон с поддержкой NFC входит в зону действия PoS-терминала, терминал иницирует сеть, генерируя поле и запрашивая сертификат с удаленного сервера. В свою очередь сервер отвечает отправкой сертификата для аутентификации. Как только оба конца аутентифицированы и ключи проверены, терминал отправляет одноразовый ключ сеанса на мобильное устройство NFC с использованием шифрования с открытым ключом. Симметрично зашифрованный контакт отправляется мобильным телефоном NFC на терминал, аутентифицируя его локально для выполнения транзакции. Транзакции шифруются с помощью алгоритм шифрования с открытым ключом RSA и отправляются хэши для обеспечения целостности транзакций.

Работает это следующим образом: мобильный телефон с поддержкой NFC отправляет запрос в виде одноразового кода аутентификации, в котором содержатся данные о карты клиента, на PoS-терминал. В работе используются следующая формула:

$$C_{ID}|(T_N|T_t|T_{ID})|C_N|C_t,$$

где T_N – одноразовый код, отданный терминалом на устройство, T_t – дата и время транзакции и T_{ID} – уникальный идентификатор PoS – терминала. C_N – одноразовый код отданный NFC устройством, C_t – дата и время транзакции и C_{ID} – уникальный идентификатор устройства.

Полученные данные шифруем с помощью шифртекста. Шифртекст в свою очередь шифруется стандартом кодирования двоичных данных при помощи только 64 символов ASCII именуемым как Base64. Полученный зашифрованный ключ шифруем с помощью встроенной в язык программирования библиотеки:

openssl_public_encrypt(Данные карты клиента, итоговый ключ шифрования, шифртекст)

Получаем наш окончательный шифр, который отправляется в базу данных для сохранения зашифрованного ключа.

Полученный зашифрованный ключ мы используем для дальнейшего выполнения транзакции. Данный метод принимает в себя ключ, который был получен на шаге шифрования а также, шифртекст для расшифровки нашего ключа:

openssl_private_decrypt(base64_encode(наш зашифрованный код), расшифрованные данные, шифртекст)

Итоговые расшифрованные данные отправляются в банк, и транзакция на этом заканчивается.

Разработанный протокол основан на некоторых общих и расширенных функциях безопасности, которые помогают повысить надежность систем на основе NFC. Реализация методов шифрования и дешифрования реализуются на языке программирования PHP.

Литература и источники

1. Молдовян А.А., Молдовян Н.А., Советов Б.Я. Криптография: Учебник. - СПб. :Изд-во Лань, 2000.-224 с.
2. Agnew, Gordon. "Secure electronic transactions: overview, capabilities, and current status." Payment technologies for E-commerce.Springer Berlin Heidelberg, 2003.211-226.

3. Berentsen, Aleksander and Fabian Schar (2018), 'The Case for Central Bank Electronic Money and the Non-case for Central Bank Cryptocurrencies', Federal Reserve Bank of St. Louis Review vol. 100, no. 2, pp. 97–106.

4. Johnson, Omotunde, Jean-Marc Destresse, Nicholas Roberts, Mark Swinburne, Tonny Lybek and Richard K. Abrams (1998), 'Payment Systems, Monetary Policy and the Role of the Central Bank', IMF, Washington, DC

Научный руководитель – к.ф.-м.н, доцент Сергеева О.А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 532.5

КОМПЛЕКСНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ СМЕСИ ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Севастьянов Р.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
mcr.rmist@gmail.ru

В односвязной области Ω комплексной плоскости $\mathbb{C}$ рассмотрим следующие уравнения смеси вязких несжимаемых жидкостей в приближении Стокса [1]

$$-\nabla p_i + \operatorname{div} \sigma^{(i)} = 0, i = 1, 2 \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \vec{u}^{(i)} = 0, i = 1, 2 \quad (2)$$

Здесь $p_i, \vec{u}^{(i)}, i = 1, 2$ - соответственно давление и скорость компонент смеси – искомые функции точек (x, y) комплексной плоскости $\mathbb{C}$ ($z = x + iy$). Тензоры вязких напряжений $\sigma^{(i)}, i = 1, 2$ задаются равенствами

$$\sigma^{(i)}(\vec{u}^{(1)}, \vec{u}^{(2)}) = \sum_{j=1}^2 2\mu_{ij} D(\vec{u}^{(j)}), \quad (3)$$

$$D(\vec{u}) = \frac{1}{2} (\nabla \vec{u} + (\nabla \vec{u})')$$

в которых (постоянные) коэффициенты вязкости $\mu_{ij}, i, j = 1, 2$ удовлетворяют условию

$$\mu_{ij} > 0, \quad 4\mu_{11}\mu_{22} - (\mu_{12} + \mu_{21})^2 > 0 \quad (4)$$

Условимся все плоские вектора отождествлять с комплексными числами.

В силу условий несжимаемости (2) мы получим соотношения

$$\operatorname{div} \sigma^{(i)} = \mu_{i1} \Delta \vec{u}^{(1)} + \mu_{i2} \Delta \vec{u}^{(2)}, \quad i = 1, 2 \quad (5)$$

символом Δ обозначим обычный оператор Лапласа. Обозначая через $u^{(i)}, v^{(i)}$ компоненты вектора скорости $\vec{u}^{(i)}$, на основании уравнений (2) имеют место тождества

$$\Delta u^{(i)} = -\frac{\partial}{\partial y} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(i)}), \quad \Delta v^{(i)} = \frac{\partial}{\partial x} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(i)}), \quad \operatorname{rot} \vec{u}^{(i)} = \frac{\partial v^{(i)}}{\partial x} - \frac{\partial u^{(i)}}{\partial y} \quad (6)$$

В силу соотношений (5), (6) уравнения баланса импульса (1) могут быть записаны в виде

$$\begin{cases} \frac{\partial p_1}{\partial x} = -\mu_{11} \frac{\partial}{\partial y} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(1)}) - \mu_{12} \frac{\partial}{\partial y} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(2)}), \\ \frac{\partial p_1}{\partial y} = \mu_{11} \frac{\partial}{\partial x} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(1)}) + \mu_{12} \frac{\partial}{\partial x} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(2)}), \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial p_2}{\partial x} = -\mu_{21} \frac{\partial}{\partial y} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(1)}) - \mu_{22} \frac{\partial}{\partial y} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(2)}), \\ \frac{\partial p_2}{\partial y} = \mu_{21} \frac{\partial}{\partial x} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(1)}) + \mu_{22} \frac{\partial}{\partial x} (\operatorname{rot} \vec{u}^{(2)}), \end{cases} \quad (8)$$

Вводя обозначения

$$\begin{aligned} b_1 &= \mu_{11} \text{rot} \vec{U}^{(1)} + \mu_{12} \text{rot} \vec{U}^{(2)}, \\ b_2 &= \mu_{21} \text{rot} \vec{U}^{(1)} + \mu_{22} \text{rot} \vec{U}^{(2)}, \end{aligned} \quad (9)$$

представим уравнения (7), (8) в виде

$$\frac{\partial b_1}{\partial y} + \frac{\partial p_1}{\partial x} = 0, \quad -\frac{\partial b_1}{\partial x} + \frac{\partial p_1}{\partial y} = 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial b_2}{\partial y} + \frac{\partial p_2}{\partial x} = 0, \quad -\frac{\partial b_2}{\partial x} + \frac{\partial p_2}{\partial y} = 0, \quad (11)$$

из которых следует, что комплексные функции

$$W_1 = p_1 - ib_1, \quad W_2 = p_2 - ib_2$$

представляют собой голоморфные функции комплексного переменного $z = x + iy$, т.е.

$$p_1 - ib_1 = \psi_1(z), \quad p_2 - ib_2 = \psi_2(z), \quad (12)$$

$\psi_1(z), \psi_2(z)$ - произвольные голоморфные функции. Таким образом получаем

$$p_1 = \frac{1}{2}(\psi_1(z) + \overline{\psi_1(z)}), \quad p_2 = \frac{1}{2}(\psi_2(z) + \overline{\psi_2(z)}), \quad (13)$$

$$\mu_{11} \text{rot} \vec{u}^{(1)} + \mu_{12} \text{rot} \vec{u}^{(2)} = -\text{Im} \psi_1(z), \quad (14)$$

$$\mu_{21} \text{rot} \vec{u}^{(1)} + \mu_{22} \text{rot} \vec{u}^{(2)} = -\text{Im} \psi_2(z),$$

Из уравнений (14) находим

$$\begin{aligned} \text{rot} \vec{u}^{(1)} &= -\text{Im} G_1(z), \\ \text{rot} \vec{u}^{(2)} &= -\text{Im} G_2(z), \end{aligned} \quad (15)$$

где

$$\begin{aligned} G_1 &= m_{11} \psi_1 + m_{12} \psi_2, \\ G_2 &= m_{21} \psi_1 + m_{22} \psi_2, \end{aligned} \quad (16)$$

$$m_{11} = \frac{\mu_{22}}{d}, \quad m_{12} = -\frac{\mu_{12}}{d}, \quad m_{21} = -\frac{\mu_{21}}{d}, \quad m_{22} = \frac{\mu_{11}}{d},$$

$d = \mu_{11}\mu_{22} - \mu_{12}\mu_{21}$ ($d \neq 0$ в силу условий (4))

Таким образом, мы можем записать две системы уравнений

$$\text{div} \vec{u}^{(1)} = 0, \quad \text{rot} \vec{u}^{(1)} = -\text{Im} G_1(z), \quad (17)$$

$$\text{div} \vec{u}^{(2)} = 0, \quad \text{rot} \vec{u}^{(2)} = -\text{Im} G_2(z), \quad (18)$$

которые в комплексной форме приводят к уравнениям

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \bar{z}} (u^{(1)} - iv^{(1)}) &= -\frac{1}{4} (G_1(z) - \overline{G_1(z)}), \\ \frac{\partial}{\partial \bar{z}} (u^{(2)} - iv^{(2)}) &= -\frac{1}{4} (G_2(z) - \overline{G_2(z)}), \end{aligned} \quad (19)$$

Поскольку функции G_1 и G_2 голоморфны, то из (19) следует представление комплексных скоростей $\vec{u}^{(1)} = u^{(1)} + iv^{(1)}$, $\vec{u}^{(2)} = u^{(2)} + iv^{(2)}$ в виде:

$$\begin{aligned} u^{(1)} + iv^{(1)} &= \Phi_1(z) - \overline{\Phi_1'(z)}z + \overline{H_1(z)}, \\ u^{(2)} + iv^{(2)} &= \Phi_2(z) - \overline{\Phi_2'(z)}z + \overline{H_2(z)}, \end{aligned} \quad (20)$$

где $\Phi_i(z)$, $H_i(z)$, $i = 1, 2$ - голоморфные (аналитические) функции комплексного переменного $z = x + iy$.

Из равенств

$$\Phi_1'(z) = \frac{1}{4} G_1(z), \quad \Phi_2'(z) = \frac{1}{4} G_2(z)$$

и формул (16) находим, что

$$\psi_1(z) = 4\mu_{11}\Phi_1'(z) + 4\mu_{12}\Phi_2'(z),$$

$$\psi_2(z) = 4\mu_{21}\Phi_1'(z) + 4\mu_{22}\Phi_2'(z),$$

и поэтому в соответствии с формулами (13) получаем представление давлений p_i , $i = 1, 2$ компонент смеси в виде:

$$p_i = \operatorname{Re}(4\mu_{i1}\Phi_1'(z) + 4\mu_{i2}\Phi_2'(z)), \quad i = 1, 2, \quad (21)$$

Формулы (20),(21) могут служить основой решения ряда краевых задач для уравнений смеси вязких жидкостей [2].

Литература и источники

1. Rajagopal K. R., Tao L. Mechanics of Mixtures. Singapore: World Sci, 1995
2. Кучер Н.А. Краевая задача Римана-Гильберта для одного класса нелинейных эллиптических систем на плоскости / Н.А.Кучер //Динамика сплошной среды.-1974 -№18 - с.239-242.

Научный руководитель - д.ф.-м.н., профессор Кучер.Н.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

УДК 003.26

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ОБМЕНОВ В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Сташкова В.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

stashkova.vika@mail.ru

В области криптографической защиты информации особую роль играет ключевой обмен. Никакая криптосистема не вступит в работу до тех пор, пока не произойдет распределение ключей или не будет выполнен обмен ключами между пользователями-участниками криптосистемы. Поэтому ключевой обмен является важным предварительным этапом в функционировании любой криптосистемы, а вопрос исследования ключевых обменов является достаточно актуальным. Кроме того, корректность ключевого обмена во многом обуславливает криптостойкость любой криптосистемы.

Криптографический ключ - это сменный элемент криптосистемы, представляющий собой некую последовательность символов, разработанную по определённым критериям. Эта последовательность применяется в процессе преобразования текстов для решения различных задач защиты информации. Каждый такой ключ разрабатывается для определённого алгоритма.

Криптографическая система используется для решения различных задач хранения и защиты информации. Реализация цикла ключа или практическое использование ключа криптосистемы представляет собой выполнение таких действий с ключом как распределение между пользователями, генерация, установка, хранение, смена и уничтожение ключей.

По принципу использования ключей и типу ключевого обмена все криптосистемы делятся:

1. Симметричные криптосистемы
2. Асимметричные криптосистемы
3. Криптосистемы смешанного типа
4. Протоколы

Ключевые обмены в симметричной и асимметричной криптосистемах существенно отличаются друг от друга и определяют главные особенности таких типов шифрования.

В симметричной криптосистеме отправитель и получатель сообщения для шифрования и дешифрования используют один и тот же секретный ключ. Перед началом связи обе стороны должны обменяться общим секретным ключом. Этот ключ должен оставаться в секрете для посторонних. Кроме того, его необходимо периодически обновлять одновременно у отправителя и получателя.

Асимметричная криптосистема, также известная как криптосистема с открытым ключом, представляет собой систему, которая использует пару связанных ключей - один открытый

ключ и один закрытый ключ - для шифрования и дешифрования сообщения соответственно, с целью его защиты от несанкционированного доступа или использования. Открытый ключ - это криптографический ключ, который может использоваться кем-угодно для шифрования сообщения. Причем расшифровать полученный шифртекст может только назначенный получатель с помощью своего личного закрытого ключа.

Более подробно остановимся на асимметричных эллиптических криптосистемах. Для такой системы рассмотрим ключевой обмен Диффи-Хеллмана на базе эллиптической кривой.

Для начала работы потребуется выбрать параметры эллиптической кривой и абелевой группы ее точек $E_p(a,b)$, а так же указать генерирующую точку G на этой кривой.

Каждый из двух участников A и B ключевого обмена:

1. Выбирает случайное целое число S_A и S_B соответственно.
2. Формирует свой открытый ключ $P_A = S_A \cdot G$ и публикует его, размещая его в общем доступе.
3. Генерирует общий секретный ключ по формуле: $P = (x_0, y_0) = S_A S_B G \in E_p(a,b)$.

При этом личных встреч участников обмена не требуется. Общий секретный ключ используется до тех пор, пока не обновятся секретный/открытый ключи хотя бы у одного из участников. Информация в общем доступе засвидетельствует обновление открытого ключа пользователя, а значит и его секретного ключа. После обновления ключей общий секретный ключ пересчитывается.

Ключевой обмен является важной частью любой криптосистемы. Отсюда следует необходимость разработки программного приложения, которое поможет проводить ключевой обмен для системы Диффи-Хеллмана. В его функции будут входить: выбор параметров используемой эллиптической кривой, задание генерирующей точки G , генерация личных секретного и открытого ключей, генерация общего секретного ключа на точках эллиптической кривой. Это значительно упростит и ускорит работу пользователей криптосистемы. В процессе реализации данной задачи мне удалось написать на языке программирования Python программу для генерации общего секретного ключа. Фрагмент такой программы приводится ниже.

```
def generat_personal_keys(M=1000):
    import random
    x0=input('Введите абсциссу генерирующей точки x0 = ')
    y0=input('Введите ординату генерирующей точки y0 = ')
    while point_ell(x0,y0)==0: # проверка принадлежности генерирующей точки заданной кривой
        print 'Генерирующая точка', '(',x0,',',y0,')', 'задана некорректно. '
        x0=input('Введите абсциссу генерирующей точки x0 = ')
        y0=input('Введите ординату генерирующей точки y0 = ')
    secret=random.randrange(M)
    open_key=proiz_ell_None(secret, x0,y0)
    while open_key==[None, None]:
        secret=random.randrange(M)
        open_key=proiz_ell_None(secret, x0,y0)
    return [secret,open_key] # список секретный и открытый ключ

def generat_general_key():# x0, y0 - открытый ключ адресата
    My_key=generat_personal_keys(1000)
    print 'ЛИЧНАЯ ПАРА КЛЮЧЕЙ: [СЕКРЕТНЫЙ, ОТКРЫТЫЙ] = ', My_key

    x1=input('Введите абсциссу открытого ключа адресата x1 = ')
    y1=input('Введите ординату открытого ключа адресата y1 = ')
    while point_ell(x1,y1)==0:# проверка принадлежности открытого ключа адресата заданной кривой
        print 'Открытый ключ адресата', '(',x1,',',y1,')', 'задан некорректно. '
        x1=input('Введите абсциссу открытого ключа адресата x1 = ')
        y1=input('Введите ординату открытого ключа адресата y1 = ')
    return proiz_ell_None(My_key[0], x1,y1)
```

Литература и источники

1. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Основы криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2001.

2. Венбо Мао. Современная криптография: теория и практика. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005.
3. Коробейников А. Г. Математические основы криптографии. Учебное пособие. СПб: СПб ГИТМО (ТУ), 2002. горитмов. Учебное пособие. — СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2002.
4. http://mf.grsu.by/UchProc/livak/b_protect/zok_3.htm криптография с открытым ключом
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Сергеева О. А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 517.545

ЛЕВОИНВАРИАНТНЫЕ ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ТРЕХМЕРНЫХ ГРУППАХ ЛИ

Суворова Ю. П.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Yulia-suvorova-1998@mail.ru

В данной работе рассматриваются левоинвариантные параконтактные метрические структуры на трехмерной группе Ли НЗ, группе Гейзенберга. Вычислены тензоры кривизны и Риччи.

1.Предварительные сведения. Напомним основные понятия о параконтактных структурах.

Напомним, что группой Ли называется дифференцируемое многообразие класса C^∞ , на котором определена структура группы, причем групповые операции являются дифференцируемыми класса C^∞ . Векторное поле V на группе Ли называется левоинвариантным, если оно сохраняется при любых левых сдвигах, т.е. для любого $g \in G$, $dL_g(V) = V$. Алгеброй Ли группы Ли G называется алгебра $L(G)$ всех левоинвариантных векторных полей на группе Ли G .

Пусть M – гладкое многообразие размерности $2n+1$.

Определение 1. Параконтактной метрической структурой называется четверка (θ, ξ, Φ, g) , где ξ – поле Рибба, g – псевдориманова метрика на M , Φ – аффинор на M , для которых имеют место следующие свойства:

1. $\Phi^2 = E - \theta \otimes \xi$, где E – тождественный эндоморфизм касательного расслоения.
2. $d\theta(\Phi X, \Phi Y) = -d\theta(X, Y)$.
3. $g(X, Y) = d\theta(X, \Phi Y) + \theta(X)\theta(Y)$.

В случае алгебр Ли со структурными константами C_{ij}^p компоненты римановой связности Γ_{ij}^p определяются по формуле $\Gamma_{ij}^p = \frac{1}{2} (C_{ij}^p + g_{js} C_{ki}^s g^{kp} + g_{is} C_{kj}^s g^{kp})$. Тензор кривизны определяется по формуле $R(X, Y)Z = \nabla_X \nabla_Y Z - \nabla_Y \nabla_X Z - \nabla_{[X, Y]} Z$. В базисе $\{e_i\}$ для $R(e_i, e_j)e_k = R_{ijk}^s e_s$ имеем $R_{ijk}^s = \Gamma_{ip}^s \Gamma_{jk}^p - \Gamma_{jp}^s \Gamma_{ik}^p - C_{ij}^p \Gamma_{pk}^s$, сразу следует из формулы

$$R(e_i, e_j)e_k = \nabla_{e_i} \nabla_{e_j} e_k - \nabla_{e_j} \nabla_{e_i} e_k - \nabla_{C_{ij}^p e_p} e_k.$$

Тензор Риччи определяется как свертка тензора кривизны по первому и по четвертому (верхнему) индексам: $\text{Ric}_{jk} = R_{jki}^i$.

Существует ровно шесть неизоморфных трехмерных унимодулярных алгебр Ли и соответствующих им групп Ли. Все они приведены в таблице 1.

Таблица 1. Трехмерные унимодулярные алгебры Ли

Знаки ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)	Алгебра Ли	Группа Ли
$+, +, +$	$\text{su}(2), \text{so}(3)$	$\text{SU}(2), \text{SO}(3, \mathbb{R})$

	3)	
+,+,-	sl(2,R)	SL(2,R),O(1,2)
+,+,0	e(2)	E(2)
+,-,+	e(1,1)	E(1,1)
+,0,0	h3	H – группа Гейзенберга
0,0,0	R3	R3,R2 × S1,R1 × S1 × S1,T3

2. Параконтактная структура на H^3 -группе Гейзенберга. Группа Гейзенберга H^3 – это матричная группа, состоящая из матриц вида:

$$g = \begin{pmatrix} 1 & x_1 & x_3 \\ 0 & 1 & x_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{R}.$$

Ее алгебра Ли h^3 состоит из матриц:

$$x = \begin{pmatrix} 0 & x_1 & x_3 \\ 0 & 0 & x_2 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{R}$$

На группе H^3 левоинвариантная 1-форма $\eta = a_1\theta^1 + a_2\theta^2 + a_3\theta^3$ определяет параконтактную структуру при $a_3 \neq 0$. Тогда $d\eta = -a_3\theta^1 \wedge \theta^2$. Ей соответствует матрица $\omega = \begin{pmatrix} 0 & -a_3 \\ a_3 & 0 \end{pmatrix}$ в пространстве переменных x_1, x_2 .

Рассмотрим контактную структуру вида $\eta = a_3\theta^3$ и найдем все возможные параконтактные структуры. Для этого достаточно найти аффинор Φ . Легко видеть, что он определяется матрицей $P = \begin{pmatrix} \psi_1^1 & \psi_2^1 \\ \psi_1^2 & \psi_2^2 \end{pmatrix}$ оператора P , действующего в пространстве переменных x_1, x_2 . Она должна удовлетворять 2 условиям: $P^2 = E$ и $\omega(PX, PY) = -\omega(X, Y)$. При проверке второго условия получим $\psi_2^2 = -\psi_1^1$. А при проверке первого условия получим 5 решений:

1. $\psi_1^2 = \frac{1-\psi_1^1{}^2}{\psi_2^1}$
2. $\psi_1^1 = 1 \quad \psi_2^1 = 0$
3. $\psi_1^1 = 1 \quad \psi_2^2 = 0$
4. $\psi_1^1 = -1 \quad \psi_2^1 = 0$
5. $\psi_1^1 = -1 \quad \psi_2^2 = 0$

Рассмотрим первое решение. По формуле находим компоненты связности Γ_{ij}^p и далее тензор Риччи. Он равен

$$\text{Ric} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \frac{\psi_1^1{}^2 - 1}{a_3 \psi_2^1} & \frac{1}{2} \frac{\psi_1^1}{a_3} & 0 \\ \frac{1}{2} \frac{\psi_1^1}{a_3} & \frac{1}{2} \frac{\psi_2^1}{a_3} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2(a_3)^2} \end{pmatrix}$$

Литература и источники

1. Джекобсон Н. Алгебры Ли. М:Мир,1964
2. Панов, А.Н. Группы и алгебры Ли. Основные положения общей теории // Самарский университет. Кафедра алгебры и геометрии

3. Milnor J. Curvatures of left invariant metrics on Lie groups // Advances in Math. Vol. 21, 1976, P. 293-329.
4. Goze, M. Symplectic or contact structures on Lie groups [Текст] / M. Goze, Y. Khakimdjanov, A. Medina // Differential Geom. Appl. – 2004. – Vol. 21, no. 1 : p. 41–54.
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н. К., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 514.146.01, 519.17

ГРАФЫ МНОГОГРАННИКОВ ДЖОНСОНА

Торопов Д.Е.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
danil.toropov.698@mail.ru

1. Выпуклые многогранники. Выпуклый многогранник называется *правильным* (или *Платоновым*), если все его грани равные правильные многоугольники и группа симметрий многогранника транзитивна на вершинах. Со времен Евклида известно, что правильных многогранников ровно пять. Выпуклый многогранник называется *полуправильным*, если все его грани правильные многоугольники двух или более типов и группа симметрий многогранника транзитивна на вершинах. Среди таких многогранников имеется 13 *архимедовых тел* и две бесконечные серии *призм* и *антипризм*. Считается, что эти многогранники были открыты Архимедом, но его работа на эту тему утеряна. В новое время полное описание архимедовых тел сделал И.Кеплер. Хорошее описание Платоновых и архимедовых тел имеется в [1,2,3].

Выпуклый многогранник называется многогранником Джонсона, если все его грани правильные многоугольники, и он не является правильным или полуправильным. Они называются так по имени американского математика Нормана Джонсона, перечислившего их в 1966 году [4]. Всего имеется 92 многогранника Джонсона. В 1967 году советский математик Виктор Залгаллер [5] доказал, что список Джонсона полон.

Каждому многограннику соответствует граф, вершинами которого являются вершины многогранника, а ребрами – его ребра. Наша задача для каждого такого графа вычислить следующие числовые характеристики: *число независимости*, *хроматическое число*, *число вершинной связности*, *число реберной связности*, *число доминирования*. Нахождение этих числовых характеристик для графов многогранников достаточно трудная задача. Пока удалось вычислить эти характеристики только для 14 из 110 многогранников.

2. Определения основных числовых характеристик графов. Множество вершин графа G называется *независимым*, если ни одна пара вершин этого множества не смежна в графе G . *Числом независимости* графа G называется мощность наибольшего независимого множества вершин графа G . Число независимости графа обозначается символом $\alpha(G)$.

Раскраска вершин графа называется *правильной раскраской*, если смежные вершины графа имеют разные цвета. Минимальное число красок, для которого существует правильная раскраска заданного графа G , называется *хроматическим числом* G . Хроматическое число графа G обозначается символом $\chi(G)$.

Число k – *вершинная связность* графа G , если:

- (i) существует k вершин, при удалении которых получается несвязный граф или граф, состоящий из одной вершины;
- (ii) при удалении любых $k-1$ вершин, получается связный граф, порядок которого не менее двух.

Обозначение числа вершинной связности $k = \kappa(G)$ (читается кашпа от G).

Число l – *реберная связность* графа G , если:

- (i) существует l ребер, при удалении которых получается несвязный граф;

(ii) при удалении любых $l-1$ вершин, получается связный граф. Обозначение числа реберной связности $l = \lambda(G)$.

Пусть задан граф G и $V = V(G)$ – множество его вершин. Подмножество вершин $D \subset V$ называется *доминирующим множеством*, если любая вершина графа G , не лежащая в D , смежна хотя бы с одной вершиной из D . Мощность наименьшего доминирующего множества называется *числом доминирования* графа G . Число доминирования графа G обозначают $\gamma(G)$.

Между перечисленными характеристиками имеются многочисленные связи. Мы их здесь не указываем. Все они могут быть найдены в книге [6].

3. Таблица числовых характеристик. Вычисленные характеристики могут быть сведены в следующую таблицу.

№ п/п	Название многогранника, граф G	$\alpha(G)$	$\chi(G)$	$\kappa(G)$	$\lambda(G)$	$\gamma(G)$
1	Тетраэдр	1	4	3	3	1
2	Куб	4	2	3	3	2
3	Октаэдр	2	3	3	3	2
4	Додекаэдр	6	3	3	3	6
5	Икосаэдр	3	4	5	5	2
6	Усеченный тетраэдр	4	3	3	3	3
7	Кубооктаэдр	4	3	4	4	3
8	Усеченный куб	8	3	3	3	7
9	Усеченный октаэдр	12	3	3	3	8
10	Ромбокубооктаэдр	8	3	4	4	8
11	Усеченный кубооктаэдр	24	3	3	3	16
12	Выпуклый куб	8	3	5	5	8
13	Икосододекаэдр	10	3	4	4	9
14	Усеченный додекаэдр	17	3	5	5	11

Литература и источники

1. В. М. Бухштабер, <https://www.mccme.ru/dubna/2015/notes/buchstaber-lect1.pdf>
 2. С.Кузнецов, Замощения сферы и архимедовы многогранники, Квант, 2018, № 11, 9, 32-33.
 3. С.Кузнецов, Еще раз о полуправильных многогранниках, Квант, 2019, № 3, 9, 29-31.
 4. N.W.Johnson, Convex polyhedra with regular faces (Canadian Journal of Mathematics, vol.18, 1966, p.169–200
 5. В. А. Залгаллер, Выпуклые многогранники с правильными гранями, Зап. научн. сем. ЛОМИ, 1967, том 2, 5–221.
 6. Р.Дистель, Теория графов, г.Новосибирск, Изд-во Ин-та математики, 2002, 336 с.
- Научный руководитель – к.ф.-м.н, доцент Кабенюк М.И., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

1. Введение в теорию Рамсея. Мы начнем с задачи, с которой, как правило, начинают изложение теории Рамсея.

Задача 1. Пусть в некотором месте случайно собралась компания из шести человек. Тогда оказывается или среди этих шестерых найдется трое, которое попарно знакомы друг с другом, или такие трое, которые попарно незнакомы.

Переведем эту задачу на язык теории графов. Это можно сделать многими способами. Мы укажем два.

Первый способ. Пусть G – граф на шести вершинах, соответствующих членам нашей компании. Ребра в графе G проведем следующим образом. Две вершины соединим ребром, если им соответствует знакомые друг с другом члены компании. Теперь наша задача может быть сформулирована так. В графе G на шести вершинах либо есть три вершины, соединенные попарно ребрами, либо есть три вершины, никакая пара которых не соединена ребром.

Введем два определения. Граф на трех вершинах, в котором проведены все три ребра, называется треугольником. Вообще, если U – произвольное подмножество вершин графа, в котором все вершины попарно соединены ребрами, то такое подмножество U называют кликой. С другой стороны, подмножество вершин U графа, в котором нет ни одного ребра, соединяющего вершины из U , называется независимым. Теперь можно нашу задачу сформулировать так.

Задача 1А. Доказать, что в любом графе на шести вершинах либо есть треугольник, либо независимое множество из трех вершин.

Второй способ. Полный граф K_n – это такой граф на n вершинах, в котором проведены все возможные ребра. Мы будем раскрашивать ребра графа в два цвета, скажем в красный и синий цвета. Вот как наша задача о знакомствах может быть сформулирована на языке раскрасок полного графа.

Задача 1В. Доказать, что для любой раскраски ребер графа K_6 в два цвета в графе K_6 найдется одноцветный треугольник.

Вот в этой последней формулировке задача решается так. Возьмем произвольную вершину v нашего графа. Из него выходит ровно 5 ребер (граф то K_6 полный). Значит, по меньшей мере, три из них одного цвета, скажем красного. Пусть x, y, z вершины этих красных ребер. Если среди трех ребер xu, yz, xz есть красное ребро, то тогда есть красный треугольник. Скажем, если ребро xu красное, то треугольник vxy красный. Пусть все три ребра xu, yz, xz синие. Тогда треугольник xzy синий. Задача решена.

Отметим, что для K_5 это уже неверно. Чтобы заметить это, достаточно раскрасить 10 ребер K_5 следующим образом. Если a, b, c, d, e – это вершины графа, то ребра ab, bc, cd, de, ea покрасим в красный цвет, а ставшиеся 5 ребер в синий. При такой раскраске в K_5 нет одноцветного треугольника.

В 1930 году Фрэнк Рамсей – английский математик доказал следующую теорему, известную сегодня как теорема Рамсея [1, стр. 207], [2, стр. 415].

Теорема 1. Пусть s, c – целые положительные числа. Тогда существует такое целое число n , что при любой раскраске ребер полного графа K_n в c цветов в K_n обязательно найдется одноцветная клика на s вершинах.

Мы видим, что если $s = 3, c = 2$, то $n = 6$.

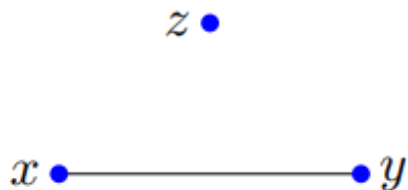
2. Связь с геометрией. Здесь мы обсудим задачу, которая приводит нас к другому современному разделу теории графов, а именно к так называемой экстремальной теории графов.

Задача 2. На плоскости провели 9 прямых так, что некоторые из них параллельны, другие пересекаются так, что никакие три прямые не пересекаются в одной точке. Может ли оказаться так, что точек пересечения прямых ровно 17?

Переведем и эту задачу на язык графов. Рассмотрим граф G на 9 вершинах, соответствующих нашим 9 прямым. Соединим ребром две вершины, если их прямые пересекаются. Задача превращается в такую: может ли быть у этого графа 17 ребер?

Некоторые свойства G :

1) В графе G нет индуцированных подграфов на трех вершинах с единственным ребром:



Такой граф на трех вершинах назовем ревером (ребро + вершина). Если бы такой подграф в нашем графе оказался, то получилось бы, что z параллельна x и y . Но тогда параллельны x и y , что противоречит построению нашего графа.

2) Отсюда следует, что если в G есть хоть одно ребро, то G не имеет изолированных вершин. В самом деле, пусть в графе G есть ребро xy , а z – произвольная вершина. Если в G нет ребер xz и yz , то $\{x, y, z\}$ – ревер.

3) Если G имеет 17 ребер, то минимальная степень вершин G не больше трех. Это следует из теоремы о рукопожатиях. В самом деле, пусть минимальная степень вершин графа G равна k . Тогда по теореме о рукопожатиях

$$\deg(x_1) + \dots + \deg(x_9) = 2 \cdot 17 = 34.$$

С другой стороны, по предположению

$$\deg(x_1) + \dots + \deg(x_9) \geq 9k.$$

Левые части выражений одинаковы, значит

$$9k \leq 34.$$

Отсюда $k < 4$.

Пусть теперь v – вершина наименьшей степени. Тогда по свойствам 2 и 3 ее степень 1, 2 или 3. Пусть X – множество соседей v , Y – остальные вершины: $|X| + |Y| = 8$. На рис.1 изображен случай, когда $|X| = 3$ (тогда $|Y| = 5$) и в X нет ни одного ребра.

Подграф Y – не имеет ребер, иначе, добавив к ребру из Y вершину v , получим ревер.

Каждая вершина из X смежна с каждой вершиной из Y по той же причине. Если, например, нет ребра x_1y_1 , то $\{v, x_1, y_1\}$ – ревер. Оценим число ребер e графа G :

$$e = |X| \cdot |Y| + |X| + m,$$

где m – число ребер в X .

Теперь по очереди три случая, которые показывают, что 17 невозможно:

Если $|X| = 1$, то $m = 0$, $|Y| = 7$ и $e = 8 < 17$.

Если $|X| = 2$, то $m \leq 1$, $|Y| = 6$ и $e = 14 + m \leq 15 < 17$.

Если $|X| = 3$, то $0 \leq m \leq 3$, $|Y| = 5$ и $e \geq 18 > 17$.

Собственно экстремальная теория графов начинается с теоремы Мантеля, доказанная в 1907 году.

Теорема 2. Если в графе на n вершинах нет треугольников, то число его ребер не превосходит $\frac{n^2}{4}$.

Эту теорему в 1941 году существенно усилил венгерский математик Пал Туран.

Теорема 3. Если в графе на n вершинах нет $K_{\alpha+1}$, то число его ребер не превосходит

$$\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \frac{n^2}{2}$$

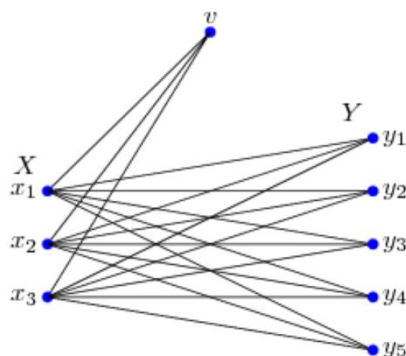


Рисунок 1.

Общая задача экстремальной теории графов состоит в следующем. Пусть нам дан какой-нибудь граф H . Требуется для заданного n найти максимальный размер графа на n вершинах, который не содержит заданного подграфа H [2, стр. 429]. Размер графа – это число его ребер.

В нашей задаче таким графом H был граф, который мы назвали ревером. Правда, в нашем случае мы ограничивались лишь индуцированными подграфами. Этим наша задача несколько отличается от задач экстремальной теории графов, где речь идет о произвольных подграфах. Но мы видим, что можно продолжить исследование нашей в задачи в таком, например, направлении. Найти все возможные графы порядка n , не содержащих ревера. Или хотя бы, каковы значения размеров таких графов? Но это задачи на будущее.

Литература и источники

1. Р.Дистель, Теория графов. — Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2002. — ISBN 5-86134-101-X УДК 519.17.
 2. Д.В.Карпов, Теория графов, 2019, https://logic.pdmi.ras.ru/~dvk/graphs_dk.pdf.
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Кабенюк М.И., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.17

СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ГАМИЛЬТОНОВОСТИ ГРАФОВ

Шавина И. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Shavinairina@mail.ru

1. Признаки гамильтоновости.

Граф G называется гамильтоновым, если существует замкнутый маршрут, проходящий через каждую вершину графа ровно один раз. Какие графы гамильтоновы? На этот вопрос пока нет удовлетворительного ответа. Есть несколько различных достаточных признаков. Наиболее известны и универсальны два из них.

Теорема 1 (Признак Дирака, 1952 [1]). Если степень каждой вершины графа не меньше половины порядка графа, то такой граф гамильтонов.

Заметим, что граф, удовлетворяющий условиям теоремы, является связным. Если же потребовать связность графа заранее, то можно прийти к другому признаку. Но для его формулировки требуется два определения.

Число k - *вершинная связность* графа G , если:

(i) существует k вершин, при удалении которых получается несвязный граф или граф из одной вершины;

(ii) при удалении любых $k - 1$ вершин, получается связный граф порядка не менее 2.

Обозначение числа вершинной связности $k = \kappa(G)$ (читается каппа от G).

Множество вершин графа G называется независимым, если ни одна пара вершин этого множества не смежна в графе G . *Числом независимости* графа G называется мощность наибольшего независимого множества вершин графа G . Число независимости графа обозначается символом $\alpha(G)$.

Теорема 2 (Хватал-Эрдёш, 1972 [2]). Если для связного графа G на $n > 3$ вершинах выполняется неравенство $\alpha(G) \leq \kappa(G)$, то граф G гамильтонов.

2. Дистанционные графы $G(n, r, s)$.

Понятно, что признак Дирака простой – в его основе лежит очень простое понятие степени вершины графа. Признак Хватала-Эрдёша выглядит несколько более сложным. Его применение связано с вычислением двух не всегда просто подсчитываемых характеристик графа. Два мало похожих друг на друга признака. И хорошо бы привести примеры графов, для которых один признак работает, а другой нет. Для этого введём некоторый класс графов и покажем, как на нём работают признаки Дирака и Хватала-Эрдёша.

Графы $G(n, r, s)$, которые мы будем рассматривать, можно так определить. Пусть $X = \{1, 2, \dots, n\}$. Вершинами нашего графа являются произвольные подмножества из X , состоящие из r элементов, а ребрами являются такие пары подмножеств (A, B) , для которых $|A \cap B| = s$.

Графы $G(n, r, s)$ иногда называют дистанционными графами, поскольку они могут быть определены на геометрическом языке следующим образом [3]. Пусть U – n – мерное векторное пространство над полем из двух элементов $\mathbb{Z}_2$, вершинами графа $G(n, r, s)$ являются всевозможные векторы $x \in U$, норма которых равна r . Норма $|x|$ вектора – это сумма (квадратов) его координат. Два вектора x и y соединены ребром, если их скалярное произведение $(x, y) = s$. Скалярное произведение в этом случае определяется обычным образом – сумма произведений соответственных координат.

Дистанционные графы играют важную роль в комбинаторной геометрии и теории кодирования. Если $s = 0$, то дистанционный граф $G(n, r, 0)$ называется кнезеровским графом и обозначается $K(n, r)$. Кнезеровским этот граф называется в честь немецкого математика Мартина Кнезера (1928 – 2004). Если же $s = r - 1$, то граф $G(n, r, r - 1)$ называется графом Джонсона в честь Зельмера Джонсона – американского математика (1916 – 1996), в этом случае граф обозначается $G(n, r)$.

3. Графы $G(n, 3, 1)$.

Граф $G(n, 3, 1)$ впервые появился в работе [4]. В этой работе было доказано, что число независимости графа $G(n, 3, 1)$ может быть вычислено по формуле

$$\alpha(G(n, 3, 1)) = \begin{cases} n, & \text{если } n \equiv 0 \pmod{4}, \\ n - 1, & \text{если } n \equiv 1 \pmod{4}, \\ n - 2, & \text{если } n \equiv 2, 3 \pmod{4}. \end{cases}$$

С другой стороны, число вершинной связности графа $G(n, 3, 1)$ оценивается следующим образом

$$\kappa(G(n, 3, 1)) \geq \begin{cases} 0, & \text{если } n < 6, \\ \frac{(n-1)(n+2)}{2}, & \text{если } 6 \leq n < 14, \\ 9(n-6), & \text{если } n \geq 14. \end{cases}$$

Следовательно, неравенство

$$\alpha(G(n, 3, 1)) \leq \kappa(G(n, 3, 1))$$

выполняется для всех $n > 6$. Таким образом, по признаку Хватала-Эрдёша граф $G(n, 3, 1)$ гамильтонов для любого $n > 6$. Далее, степень вершины (123) графа $G(n, 3, 1)$ равна

$$\deg(123) = 3C_{n-3}^2$$

Граф регулярный – степень каждой вершины задается одной и той же формулой. Для применения признака Дирака необходимо, чтобы степень вершины была не меньше половины общего порядка графа. Порядок графа $G(n, 3, 1)$ равен

$$|G(123)| = C_n^3.$$

Решая неравенство $\deg(123) \geq |G(123)|$, получим, что оно выполняется лишь для $n = 7, 8, 9, 10, 11$.

Это означает, что признак Дирака можно применить лишь в этих пяти случаях.

Сравнение признаков Дирака и Хватала-Эрдёша для графов $G(n, 3, 1)$ было проведено А.Райгородским [5].

4. Графы $G(n, 3, 2)$.

В графе $G(n, 3, 2)$ степень каждой вершины равна $3n - 9$. Например, с вершиной 123 смежны

$$124, 125, \dots, 12n; 134, 135, \dots, 13n; 234, 235, \dots, 23n.$$

Признак Дирака применим для этих графов, если выполняется неравенство

$$3n - 9 \geq \frac{C_n^3}{2},$$

или, равносильно, неравенство

$$n(n-1)(n-2) \geq 36(n-3).$$

Однако, это неравенство не выполняется ни для одного целого числа $n > 5$. Следовательно, признак Дирака для графа $G(n, 3, 2)$ можно применить только в одном содержательном случае, при $n = 5$. Для исследования возможности применения признака Хватала-Эрдёша мы доказываем следующие два утверждения.

Теорема 1. Пусть $n > 3$. Для любых двух вершин графа $G(n, 3, 2)$ существует ровно $3n - 9$ попарно независимых путей, соединяющих эти вершины.

Следствие 1. Число вершинной связности $\kappa(G(n, 3, 2))$ равно $3n - 8$ при $n > 4$.

Теорема 2. Пусть $n = 6q + r, 0 \leq r < 6$. Тогда число независимости графа $G(n, 3, 2)$ вычисляется по формуле

$$\alpha(G(n, 3, 2)) \geq \begin{cases} \frac{n-r}{2}, & \text{если } r = 0, 1, 2; \\ \frac{n-r}{2} + 1, & \text{если } r = 3, 4; \\ \frac{n-r}{2} + 2, & \text{если } r = 5. \end{cases}$$

Из следствия 1 и теоремы 2 вытекает

Следствие 2. При любом $n > 3$ выполняется неравенство

$$\alpha(G(n, 3, 2)) < \kappa(G(n, 3, 2)).$$

Теперь из признака Хватала – Эрдёша вытекает следующее утверждение.

Следствие 3. Графы $G(n, 3, 2)$ гамильтоновы для любого целого $n > 3$.

Литература и источники

1. G. A. Dirac, (1952), Some theorems on abstract graphs, Proceedings of the London Mathematical Society, 3rd Ser., 2: 69–812.
2. V.Chva'tal, P.Erdős, Discrete Mathematics, 2 (1972) 111-113.
3. М. М. Пядёркин, Числа независимости случайных подграфов дистанционных графов, Математические заметки, 99 (2016), № 4, 564 – 573.
4. Z. Nagy, A certain constructive estimate of the Ramsey number, Matematikai Lapok, 23 (1972), 301-302.
5. А.А.Райгородский, <https://ru.coursera.org/lecture/teoriya-grafov/sravneniie-dvukh-priznakov-ghamil-tonovosti-na-konkrietnom-ghrafie-E0dQX>.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Кабенюк М.И., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 514.7

ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ПЯТИМЕРНЫХ ГРУППАХ ЛИ

Шагабудинова И.Ю.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

shagabudinovai@mail.ru

Контактная геометрия – важная область исследований, широко применяемая в различных областях. Параконтактная версия этой теории возникла естественным образом в конце двадцатого века. Первыми авторами, которые ввели почти параконтактные римановы многообразия, были И. Сато и С. Канеюки. Контактные метрические структуры, являющиеся классическим объектом исследований в дифференциальной геометрии, на группах Ли вызывают особый интерес [2]. В последнее время наблюдается значительный интерес к параконтактным структурам: [1], [5]. Анализ теоретического материала по теме работы показал, что в настоящее время вопрос существования таких структур на группах Ли не исследован даже в пятимерном случае. Целью работы является исследование параконтактных структур на пятимерных симплектических алгебрах Ли, а именно изучение вопросов существования таких структур на центральных расширениях вещественных разрешимых неабелевых четырёхмерных симплектических групп Ли и вычисление их геометрических характеристик. Дело в том, что известна классификация вещественных разрешимых неабелевых четырёхмерных симплектических групп Ли и известно также, что центральные расширения допускают контактную структуру.

Пусть M – контактное многообразие с контактной формой θ , g – если для любых векторных полей X, Y выполняется равенство $g(\Phi(X), \Phi(Y)) = -g(X, Y) + \theta(X) \cdot \theta(Y)$. Параконтактной метрической структурой будем называть четверку (θ, ξ, Φ, g) , где ξ – поле Рибба, g – псевдориманова метрика на M , Φ – аффинор на M , для которых имеют место следующие свойства:

- 1) $\Phi^2 = E - \theta \otimes \xi$, где E – тождественный эндоморфизм касательного расслоения.
- 2) $d\theta(\Phi X, \Phi Y) = -d\theta(X, Y)$.
- 3) $g(X, Y) = d\theta(X, \Phi Y) + \theta(X)\theta(Y)$.

Опишем процедуру центрального расширения на уровне алгебр Ли. Если имеется симплектическая алгебра Ли $(\mathfrak{h}, \omega)$, то центральное расширение $\mathfrak{g} = \mathfrak{h} \times_{\omega} \mathbf{R}$ есть алгебра Ли, в которой скобки Ли задаются следующим образом:

$$[X, \xi]_{\mathfrak{g}} = 0,$$

$$[X, Y]_{\mathfrak{g}} = [X, Y]_{\mathfrak{h}} + \omega(X, Y)\xi \text{ для любых } X, Y \in \mathfrak{h},$$

где $\xi = \frac{d}{dt}$ – единичный вектор из $\mathbf{R}$.

Центральное расширение симплектической четырехмерной нильпотентной алгебры Ли всегда имеет контактную структуру, которая задаётся левоинвариантой 1-формой dt , дуальной к полю Роба $\xi = d/dt$.

В работе были рассмотрены некоторые вещественные разрешимые неабелевы четырехмерные симплектические алгебры Ли из классификации, приведенной в работе [4], а именно $\mathfrak{rh}_3$, $\mathfrak{rr}_{3,0}$, $\mathfrak{rr}_{3,-1}$, $\mathfrak{rr}'_{3,0}$, $\mathfrak{r}'_2$.

Алгебра Ли $\mathfrak{rh}_3$ тривиального расширения трехмерной алгебры Ли Гейзенберга задана ненулевой скобкой Ли $[e_1, e_2] = e_3$. На ней задана симплектическая структура $\omega = e_1 \wedge e_4 + e_2 \wedge e_3$. Ненулевыми скобками Ли центрального расширения данной алгебры Ли являются $[e_1, e_2] = e_3$, $[e_1, e_4] = e_5$, $[e_2, e_3] = e_5$.

Из общих результатов, указанных ранее: $\theta = e^5$ – это контактная 1-форма, тогда $\xi = e_5$ – поле Роба и $d\theta = \omega$.

Построим на алгебре Ли паракэлерову структуру P . Для этого выберем матрицу паракомплексной структуры P в виде $P = (P_j^i)$. Тогда условие интегрируемости имеет вид: $N_{ij}^k = P_i^s P_j^r C_{sr}^k - P_r^k P_i^s C_{sj}^r - P_s^k P_j^r C_{ir}^s + C_{ij}^k = 0$, где N_{ij}^k – компоненты тензора Нейенхейса.

Оператор P обладает следующими свойствами:

- 1) $\omega(PX, PY) = -\omega(X, Y)$.
- 2) $P^2 = E$.

Поскольку аффинор вектор ξ переводит в нуль и оставляет инвариантным четырёхмерное пространство, то оператор P определяет аффинор Φ на центральном расширении алгебры Ли.

Поскольку оператор P представлен матрицей 4×4 , зависящей от 16 параметров ψ_{ij} , решения указанных выше уравнений целесообразно провести в системе Maple. В результате вычислений мы получили три возможные паракэлеровы структуры, заданные в виде матриц (ψ_{ij}) . Приведем в качестве примера одно из решений:

$$P_1 := \begin{bmatrix} -1 & -\psi_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} \psi_{34} \psi_{41} & \psi_{32} & -1 & \psi_{34} \\ \psi_{41} & \frac{1}{2} \psi_{34} \psi_{41} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Из полученных матриц P размера 4×4 создадим матрицы аффинора Φ добавлением единицы в правый нижний угол.

Таким образом мы получили параконтактные структуры (θ, ξ, Φ, g) на алгебре Ли $\mathfrak{rh}_3$. Метрический тензор g , соответствующий приведенному выше аффинору Φ имеет вид:

$$GP := \begin{bmatrix} -\frac{\psi_{32} \psi_{33}^2 + 2 \psi_{33} \psi_{34} \psi_{42} - \psi_{32}}{\psi_{34}^2} & \psi_{42} & -\frac{\psi_{33}^2 - 1}{\psi_{34}} & -\psi_{33} & 0 \\ \psi_{42} & \psi_{32} & \psi_{33} & \psi_{34} & 0 \\ -\frac{\psi_{33}^2 - 1}{\psi_{34}} & \psi_{33} & 0 & 0 & 0 \\ -\psi_{33} & \psi_{34} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Вычислены тензоры кривизны и Ричи этой метрики.

Аналогичным образом вычислены параконтактные структуры и их геометрические характеристики для всех перечисленных ранее алгебр Ли.

Литература и источники

1. Bejan, C.-L. Legendre Curves on Generalized Paracontact Metric Manifolds [Текст] / Cornelia-Livia Bejan, Sems Eken, Erol Kılıç // The Bulletin of the Malaysian Mathematical Society. – 2019.

- issue 42 (1) : p. 185–199. – Электрон.данные. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/314160715_Legendre_Curves_on_Generalized_Paracontact_Metric_Manifolds
2. Diatta, A. Left invariant contact structures on Lie groups [Электронный ресурс] / Andre Diatta // Diff. Geom. and its Appl. – 2008. – Vol. 26. – Issue 5. – P. 544–552. – Электрон.данные. – Режим доступа : <https://arxiv.org/pdf/math/0403555v2.pdf>. (Дата обращения: 25.11.2018 г.).
3. Goze, M. Symplectic or contact structures on Lie groups / M. Goze, Y. Khakimdjano, A. Medina // Differential Geom. Appl. – 2004. – Vol. 21, no. 1 : p. 41–54.
4. Ovando G. Four-dimensional symplectic Lie algebras / G. Ovando // Beiträge Algebra Geom. – 2006. – Vol. 47, no. 2 : p. 419–434.
5. Prakasha, D.G. Para-Sasakian manifolds and *-Ricci solitons [Электронный ресурс] / D.G. Prakasha, Pundikala Veeresha // Cornell University Library : архив электронной печати. – Электрон.данные. – Режим доступа : <https://arxiv.org/pdf/1801.01727v1.pdf>. – Загл.с экрана.
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н.К., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 004.93

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ЛИНЕАМЕНТОВ

Ермолаева Д.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Dasha26071996e@gmail.com

В современном мире существует большое количество методов прогноза землетрясений, но их эффективность остается довольно низкой. В связи с этим актуальным становится поиск новых объективных и результативных методов мониторинга предвестников землетрясений. Одним из перспективных методов является анализ геодинамики сейсмоопасных территорий, связанный с фиксацией изменчивости линеаментной сети, выделяемой на спутниковых изображениях. Возможность использования такого метода основана на теории о том, что системы линеаментов тесно связаны с системами сейсмогенных нарушений и реагируют на изменение плана деформаций, которое обусловлено изменением поля напряжений земной коры[1].

В связи с этим существует ряд признаков динамики линеаментных систем, регистрируемых методами дистанционного зондирования, позволяющий в ряде случаев определить не только время начала землетрясения, но и место расположения сейсмогенерирующего разлома. Такими признаками являются статистические показатели, например, розы-диаграммы как для всей исследуемой площади, так и локальные [2].

Ранее на примере землетрясений в Калифорнии, Иране, Перу и в других регионах было выявлено наличие предвестниковой закономерности в изменении роз-диаграмм линеаментов, выявляемых по космическим изображениям, которая заключается в следующем:

- за 1 - 3 месяца до землетрясения начинаются изменения формы роз-диаграмм;
- максимальные изменения достигаются за 20 дней до сейсмического толчка;
- максимальные изменения сохраняются 20 дней после сейсмического толчка;
- в течение 1 - 3 месяцев розы-диаграммы постепенно приобретают прежнюю форму[3].

Определение линеаментов может выполняться двумя методами: визуальным или автоматизированным. Выделения линейных объектов визуальным способом является достаточно трудоемким и длительным процессом, а также его невозможно применить на территориях с густой растительностью, что делает этот способ необъективным. Оптимизацией идентификации линеаментов является применение автоматизированного линеаментного анализа в среде современных географических информационных систем. Автоматизированное дешифрирование обладает экономической эффективностью, высокой скоростью и объективностью. В последнее время подобные исследования приобретают особую актуальность в связи с широкой доступностью и малой стоимостью спутниковых изображений.

При выполнении данной работы были исследованы и протестированы существующие методы, алгоритмы и программные комплексы, реализующие идентификацию линейных структур на основе данных дистанционного зондирования. Анализ показал, что в настоящее время не существует программного комплекса, обеспечивающего адаптивную настройку существующих алгоритмов. В связи с этим для решения данной задачи был реализован новый программный комплекс, позволяющий настраивать методы, основываясь на особенностях исследуемой области. Работа выполнена с помощью высокоуровневого языка программирования Python, который ориентирован на повышение производительности и работает под всеми распространенными операционными системами. В ходе выполнения данной работы были исследованы различные методы идентификации линейных структур, выявлена оптимальная схема, состоящая из предварительной и тематической обработки, а так же дешифрирования.

На первом этапе пользователь загружает файл с изображением области исследования, затем изображение переводится в оттенки серого и применяется двустороннее размытие, которое является одним из самых современных для сглаживания изображения и снижения уровня шума. Первый этап представлен на рисунке 1.

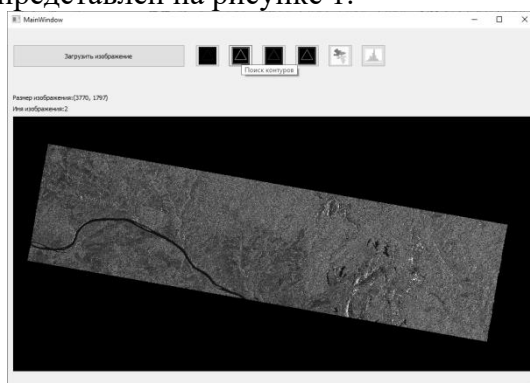


Рисунок 25. Этап предварительной обработки изображения

На втором этапе применяется технология идентификации линеаментов на изображении, используя инструменты машинного зрения, а именно детектор границ Кенни и выделение контуров. Второй этап представлен на рисунке 2.

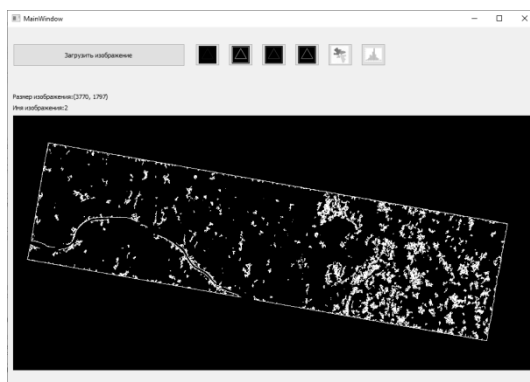


Рисунок 26. Идентифицированные линеаменты

На следующем этапе извлекаются линейные структуры с помощью преобразования Хафа, которое основывается на представлении искомого объекта в виде параметрического уравнения. На этом этапе так же автоматически создается таблица идентифицированных линеаментов, в которой указаны такие параметры как координаты начала и конца линеамента, его длина и угол наклона.

На четвертом этапе создается роза-диаграмма и гистограмма линейных структур для визуализации состояния горного массива. Четвертый этап представлен на рисунке 3.

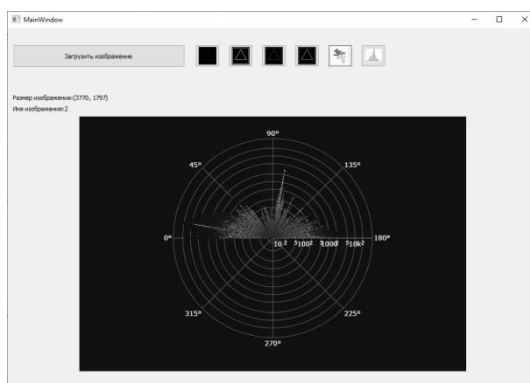


Рисунок 3. Роза-диаграмма

Пользователь может изменить начальные параметры для большинства методов с учетом решаемой задачи или особенностей исследуемой области. Результат каждого из этапов демонстрируется на экране. Результаты сохраняются автоматически. По результатам анализа роз-диаграмм и полей плотностей линеаментов производится оценка геодинамической обстановки исследуемой территории, на основании которой осуществляется прогноз сейсмической обстановки.

Использованная методика многоуровневого автоматизированного линеamentного анализа позволяет выявлять линеаменты разных иерархических уровней. Это значительно повышает объективность и полноту выявления специфики геозкологической обстановки на исследуемой территории, связанную с изменением расположения линейных структур в период перед землетрясениями. Выявленные статистические закономерности, проявляющиеся в динамике систем линеаментов, позволяют проводить среднесрочный (за 1–3 месяца до события) и краткосрочный (за 10–20 дней до события) прогноз землетрясений по данным дистанционного мониторинга с указанием времени и места землетрясения.

Литература и источники

1. Бондур В.Г. Космический мониторинг геодинамических предвестников крупных землетрясений // 2012.

2. Бондур В.Г. Исследование из космоса предвестниковой цикличности при подготовке землетрясений, проявляющейся в динамике линейных систем // 2012.
 3. Бондур В.Г. Космический метод прогноза землетрясений на основе анализа динамики систем линейных элементов // Исслед. Земли из космоса. 2005б. № 3.
- Научный руководитель – к.т.н. Гиниятуллина О.Л.*

УДК 330.567.2

АВТОРЕГРЕССИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

Мухачёв М.Ю., Мухачёва А.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

colobot13@gmail.com, oblakkko@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению возможностей метода авторегрессии при оценке динамики показателей качества жизни населения региона (на примере Кемеровской области) в частном и интегральном разрезах за 2003-2018 гг. Представлены полученные значимые уравнения авторегрессии показателей продолжительности жизни, реальных денежных доходов, численности студентов вузов на 100 000 человек населения, масштаба бедности, коэффициента фондов, коэффициента младенческой смертности, выбросов в атмосферу от стационарных источников, числа преступлений на 100 000 человек населения, а также – интегрального показателя качества жизни.

Также выявлена авторегрессия с показателями естественного, миграционного прироста, численности врачей на 10000 человек населения, числа зрителей в профессиональных театрах на 100 000 человек населения, охвата детей дошкольным образованием также имеют существенную авторегрессию с собственными показателями за предыдущий период, но свободный член в уравнении авторегрессии оказался незначимым.

Уравнение авторегрессии интегрального показателя качества жизни населения региона достаточно точно описывает фактические данные, за исключением периода мирового финансового кризиса 2008 года. Его использование позволит сформировать органам власти основу для краткосрочного прогнозирования динамики социально-экономических показателей.

Как известно, метод авторегрессии позволяет оценить зависимость переменной от собственных значений за предыдущие периоды. При этом применение программного продукта Statistica дает возможность не только построить значимые зависимости в виде авторегрессии, но и автоматически подобрать вид уравнения, наилучшим образом ее описывающего (логистическое, степенное, экспоненциальное, квадратическое, кубическое и пр.).

Применим рассматриваемый программно-методический инструментарий для оценки динамики показателей качества жизни населения региона на примере Кемеровской области. Аналитическая база была сформирована за 2003-2018 гг. (16 лет). Показатели качества жизни рассматривались в рамках следующих блоков: демография (естественный прирост, промилле; ожидаемая продолжительность жизни, лет; миграционный прирост, на 10 000 человек населения; отношение числа разводов на 1000 браков); уровень жизни (реальные денежные доходы, % к предыдущему году; масштаб бедности, %; коэффициент фондов (дифференциации), раз); образование (численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 000 чел. населения; охват детей дошкольными образовательными учреждениями, в процентах от численности детей соответствующего возраста); здравоохранение (численность врачей на 10 000 населения; общая заболеваемость, случаев на 1000 человек населения); культура (число зрителей в профессиональных театрах на 1000 человек); рынок труда (уровень безработицы, %); экология

(выбросы в атмосферу от стационарных источников, тонн на душу населения); охрана правопорядка (число зарегистрированных преступлений, на 100 000 человек населения) [1]. Все показатели прошли стандартизацию.

Результаты анализа позволили сформировать следующие значимые уравнения авторегрессии:

1. Продолжительность жизни. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = 0,120378 + 0,912366(Y_{t-1}), \quad (1)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период. $R^2_{\text{скорр}}$ (коэффициент детерминации скорректированный) = 0,95 (зависимость очень существенная). Анализ динамики продолжительности жизни позволяет выявить признаки тренда.

2. Реальные денежные доходы. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = 0,331814 + 0,648044(Y_{t-1})^2, \quad (2)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период. $R^2_{\text{скорр}} = 0,3$ (зависимость слабая). Выявлена квадратическая зависимость.

3. Численность студентов вузов на 10000 человек населения. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = -0,62129 + 0,6042 \text{EXP}(Y_{t-1}), \quad (3)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период. $R^2_{\text{скорр}} = 0,96$. Указанное уравнение представляет особый интерес, т.к. зависимость очень значимая и выявлена отчетливая экспоненциальная связь показателя со своими предыдущими значениями. При этом отрицательный свободный коэффициент свидетельствует о тенденции к снижению показателя.

4. Масштаб бедности. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = 0,29 + 0,595(Y_{t-1}), \quad (4)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период. $R^2_{\text{скорр}} = 0,55$ (средняя зависимость).

5. Коэффициент фондов. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = -0,475 + 0,58050 \text{EXP}(Y_{t-1}), \quad (5)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период. $R^2_{\text{скорр}} = 0,78$ (высокая степень зависимости). Данное уравнение имеет высокий коэффициент детерминации и выявляет экспоненциальную зависимость коэффициента фонда от собственных значений за предыдущий период.

6. Коэффициент младенческой смертности. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = 0,231204 + 0,6968(Y_{t-1}), \quad (6)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период.
 $R^2_{\text{с корр}} = 0,52$ (средняя степень зависимости).

7. Выбросы в атмосферу от стационарных источников. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = 0,25357 + 0,59484(Y_{t-1})^2, \quad (7)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период.
 $R^2_{\text{с корр}} = 0,62$ (средняя степень зависимости). Выявлена квадратическая зависимость.

8. Число преступлений на 100 000 человек населения. Значения указанного показателя взаимосвязаны со значениями за предыдущие периоды в рамках следующей зависимости:

$$Y = -0,304 + 0,43\text{EXP}(Y_{t-1}), \quad (8)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период.
 $R^2_{\text{с корр}} = 0,76$. Выявлена экспоненциальная зависимость высокой степени значимости.

Показатели естественного, миграционного прироста, численности врачей на 10000 человек населения, числа зрителей в профессиональных театрах на 100 000 человек населения, охвата детей дошкольным образованием также имеют существенную авторегрессию с собственными показателями за предыдущий период, но свободный член в уравнении авторегрессии оказался незначимым.

Среди показателей качества жизни, которые ни в какой степени не обнаружили авторегрессию с собственными значениями за предыдущий период оказались отношение числа разводов на 100 браков, уровень безработицы, общая заболеваемость на 1000 человек населения. Их динамика оценивается как противоречивая и независимая от значений предыдущих периодов. Следовательно, изменение значений указанных показателей сложнее всего прогнозировать. По крайней мере, методом экстраполяции. Также не было получено значимых уравнений авторегрессии с лагом более, чем в один год.

Рассмотрим авторегрессию **интегрального показателя качества жизни**. Значения данного показателя были рассчитаны авторами на основе метода анализа иерархий Саати [2]. Данные за 2009 год были заменены расчетным значением, т.к. мировой финансовый кризис вызвал существенное отклонение тренда. Было сформировано следующее значимое уравнение авторегрессии:

$$Y = 0,8076 - 0,1282/(Y_{t-1}), \quad (9)$$

где Y – итоговое значение показателя, Y_{t-1} – значение показателя за предыдущий период.
 $R^2_{\text{с корр}} = 0,69$ (высокая степень корреляции).

Динамика интегрального показателя качества жизни и предсказанные на основе уравнения авторегрессии значения представлены на рисунке 1.

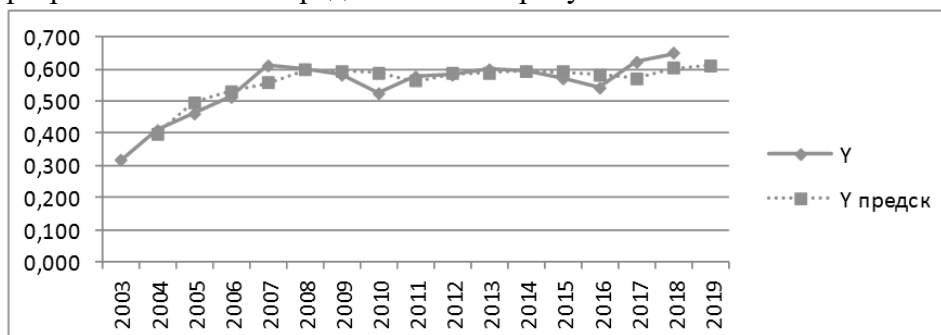


Рисунок 1. Результаты авторегрессии интегрального показателя качества жизни населения

Существенное расхождение между предсказанными на основе уравнения авторегрессии и реальными данными наблюдается только в 2009 году в период мирового финансового кризиса, что послужило причиной замены фактического значения в данный период расчетным. В прочие периоды уравнение достаточно точно предсказывает будущие значения показателя. И это несмотря на то, что целый ряд частных показателей не имеет значимой взаимосвязи с собственными значениями за предыдущий период.

Таким образом, можно видеть, что расчет авторегрессии показателей качества жизни является эффективным методом краткосрочного прогнозирования социально-экономического развития региона. На основе уравнения авторегрессии интегрального показателя качества жизни населения Кемеровской области органы власти могут формировать прогнозы на будущие периоды, выстраивать стратегию развития различных аспектов жизни граждан региона.

Литература и источники

1. Мухачёва А.В. Оценка влияния кризисных явлений на качество жизни населения (на примере регионов Сибирского федерального округа) / автореферат дис. кандидата экономических наук / Омский государственный университет имени Ф.М. Достоевского. Кемерово, 2015
2. Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Чернова Е.С., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 517.55

О СРЕЗКАХ ДИСКРИМИНАНТА МНОГОЧЛЕНА СТЕПЕНИ ЧЕТЫРЕ

Никзад М.

ФГАОУ «Сибирский федеральный университет»
mearajuddin.nikzad3@gmail.com

В работе рассматриваются срезки многочлена степени четыре на некоординатные грани многогранника Ньютона дискриминанта этого многочлена. В результате получается, что указанные срезки факторизуются в произведение дискриминантов многочленов меньших степеней.

Ключевые слова: дискриминант, многогранник Ньютона дискриминанта, срезка дискриминанта.

1. Основные факты и постановка задачи

Напомним, что *дискриминантом* многочлена степени n

$$a_0 + a_1y + \dots + a_{n-1}y^{n-1} + a_ny^n \quad (1)$$

называется неприводимый многочлен $\Delta = \Delta(a_0 + a_1y + \dots + a_{n-1}y^{n-1} + a_ny^n)$, зависящий от коэффициентов исходного многочлена, который обращается в нуль тогда и только тогда, когда (1) имеет кратные корни. Существует несколько способов нахождения дискриминанта полинома. Один из них – в виде определителя Сильвестра (вычисляется определитель размерности $(2n-1) \times (2n-1)$ из исходного многочлена и его производной) (см. [1]). Отметим, что в статье [2] была получена параметризация нулевого множества дискриминанта.

Многогранником Ньютона $N(\Delta)$ многочлена (1) называется выпуклая оболочка в действительном $(n+1)$ -ом пространстве R^{n+1} , множества всех показателей мономов,

участвующих в Δ . Известно, что $N(\Delta)$ (несмотря на то, что лежит в R^{n+1}) имеет действительную размерность $n-1$, поэтому часто вместо (1) рассматривают приведенный многочлен

$$1 + a_1 y + \dots + a_{n-1} y^{n-1} + y^n. \quad (2)$$

Многогранник Ньютона многочлена (2) состоит из $n-1$ координатных и из $n-1$ некоординатных граней. Формулы для этих некоординатных граней $g_k, k=1, \dots, n-1$ см. в [2].

Срезкой дискриминанта Δ на грань g_k его многогранника Ньютона назовем многочлен $\Delta|_{g_k}$, состоящий из всех мономов Δ , показатели которых принадлежат g_k .

В данной работе формулируется свойство факторизации срезов дискриминанта многочлена четвертой степени на некоординатные грани его многогранника Ньютона.

2. Примеры некоторых дискриминантов

Приведем примеры дискриминантов многочленов степеней 1, 2, 3, 4. Для многочлена первой степени $a_0 + a_1 y$ дискриминант $\Delta = \Delta(a_0 + a_1 y) = 1$. Из школьного курса хорошо известно, что дискриминант многочлена второй степени $\Delta(a_0 + a_1 y + a_2 y^2)$ состоит из двух мономов: он равен $a_1^2 - 4a_0 a_2$. Дискриминант кубического уравнения содержит уже пять слагаемых:

$$\Delta(a_0 + a_1 y + a_2 y^2 + a_3 y^3) = 18a_0 a_1 a_2 a_3 - 27a_0^2 a_3^2 + a_1^2 a_2^2 - 4a_0 a_2^3 - 4a_1^3 a_3.$$

Что же касается многочлена четвертой степени, то его дискриминант состоит уже из 16-ти слагаемых:

$$\begin{aligned} \Delta(a_0 + a_1 y + a_2 y^2 + a_3 y^3 + a_4 y^4) = & 256a_0^3 a_4^3 - 27a_0^2 a_3^4 - 27a_1^4 a_4^2 + 16a_0 a_2^4 a_4 - 4a_0 a_2^3 a_3^2 - 4a_1^2 a_2^3 a_4 \\ & - 4a_1^3 a_3^3 + a_1^2 a_2^2 a_3^2 - 192a_0^2 a_1 a_3 a_4^2 - 128a_0^2 a_2^2 a_4^2 + 144a_0^2 a_2 a_3^2 a_4 + 144a_0 a_1^2 a_2 a_4^2 - 6a_0 a_1^2 a_3^2 a_4 \\ & - 80a_0 a_1 a_2^2 a_3 a_4 + 18a_0 a_1 a_2 a_3^3 + 18a_1^3 a_2 a_3 a_4. \end{aligned}$$

А в дискриминанте многочлена пятой степени содержится уже 59 слагаемых (его можно посмотреть в книге [3]). Вообще, при увеличении степени многочлена количество слагаемых в нем быстро увеличивается.

3. Формулировка основного результата

Выпишем срезы на некоординатные грани g_1, g_2, g_3 для дискриминанта $\Delta(a_0 + a_1 y + a_2 y^2 + a_3 y^3 + a_4 y^4)$, который обозначим, для краткости Δ_4 . Как показывают вычисления эти срезы факторизуются в произведение дискриминантов меньших степеней, а именно:

$$\begin{aligned} \Delta_4|_{g_1} &= 18a_1^3 a_2 a_3 a_4 - 27a_1^4 a_4^2 + a_1^2 a_2^2 a_3^2 - 4a_1^3 a_3^3 - 4a_1^2 a_2^3 a_4 = a_1^2 \cdot \Delta(a_0 + a_1 y) \cdot \Delta(a_1 + a_2 y + a_3 y^2 + a_4 y^3); \\ \Delta_4|_{g_2} &= 16a_0 a_2^4 a_4 - 4a_0 a_2^3 a_3^2 - 4a_1^2 a_2^3 a_4 + a_1^2 a_2^2 a_3^2 = a_2^2 \cdot \Delta(a_0 + a_1 y + a_2 y^2) \cdot \Delta(a_2 + a_3 y + a_4 y^2); \\ \Delta_4|_{g_3} &= 18a_0 a_1 a_2 a_3^3 - 27a_0^2 a_3^4 + a_1^2 a_2^2 a_3^2 - 4a_0 a_2^3 a_3^2 - 4a_1^3 a_3^3 = a_3^2 \Delta(a_0 + a_1 y + a_2 y^2 + a_3 y^3) \cdot \Delta(a_3 + a_4 y). \end{aligned}$$

Для формулировки основного результата, вместо ранее используемого обозначения $\Delta(a_i + a_{i+1}y + \dots + a_{i+m}y^m)$ для дискриминанта многочлена $a_i + a_{i+1}y + \dots + a_{i+m}y^m$ степени m введем следующее: $\Delta_m(a_i + a_{i+1}y + \dots + a_{i+m}y^m)$. Тогда замеченное выше наблюдение сформулируем следующим образом.

Теорема. Для $k=1,2,3$ срезки дискриминанта многочлена степени четыре факторизуются в виде произведения $a_k^2 \cdot \Delta_k(a_0, a_1, \dots, a_k) \cdot \Delta_{4-k}(a_k, a_{k+1}, \dots, a_4)$ дискриминантов многочленов степеней k и $4-k$.

Литература и источники

1. Курош, А.Г. Курс высшей алгебры / А.Г. Курош. - СПб.: Лань, 2013. – 431 с.
 2. Pasare M. Tsikh A. Algebraic equations and hypergeometric series. // The legacy of Niels Henrik Abel. Springer: Berlin-Heidelberg-New York, 2004. P. 653-672.
 3. Gelfand, I. Discriminants, resultants and multidimensional determinants / I. Gelfand, M. Kapranov, A. Zelevinsky. - Birkhauser: Boston, 1994. – 523 p.
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент Михалкин Е.Н., ФГАОУ «Сибирский федеральный университет»

УДК 004.453.3

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ТРЕНАЖЕРА «НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ» ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Прокопчук Ф. А., Казакевич И. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
pfa1997777@ya.ru, iakaz93@mail.ru

Внедрение интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном учебном заведении. Основные методические инновации связаны сегодня с применением именно интерактивных методов обучения.

Учебный тренажёр «Настройка параметров регуляторов» должен имитировать работу САР с отображением переходных процессов на графиках и с расчетом показателей качества управления. Кроме того, она должна иллюстрировать некоторые методы автоматической настройки регуляторов [1].

АИС как интерактивный тренажерный комплекс реализует помимо текстовой и разнообразной иллюстративной информации также отработку навыков управления техническими процессами на примере настройки САР и, возможно, функций контроля знаний.

Тренажер, как устройство для обучения, которое может иметь три принципиальные и необходимо важные части:

- конструктивную (виртуальную копию рабочего места);
- модельную (адекватную модель оборудования и процессов);
- дидактическую (рабочее место преподавателя).

Тренажеры позволяют сформировать навыки действий когнитивного типа в сложных ситуациях, показать сущность протекающих в оборудовании процессов, их взаимную зависимость.

Компьютерный тренажер - тренажер, в составе которого как модель объекта управления, так и рабочее место обучаемых и преподавателя реализуются на базе компьютерных программных средств.

Средой разработки была выбрана Visual Studio 2019 Community фирмы Microsoft. Это – бесплатная полнофункциональная интегрированная среда разработки для создания некорпоративных приложений для Windows, Android и iOS, а также современных веб-приложений и облачных служб. Частью среды является пакет «Разработка классических приложений .Net», в котором используются языки Си шарп (C#), Visual Basic (VB) и F#. C# и Visual Basic — это языки программирования, разработанные для создания разных приложений, выполняющихся на платформе .NET Framework. Это многофункциональные, типобезопасные и объектно-ориентированные языки. Они созданы на платформе Roslyn компилятора .NET, которая предоставляет прикладной программный интерфейс (API) для подробного анализа кода [2]. Авторами выбран язык C#, как наиболее изученный в процессе обучения. Использование платформы .NET Framework существенно расширяет возможности языка за счет использования общих библиотек.

Студент и преподаватель используют одно и то же программное приложение. Преподаватель формирует «базу данных» (файл Spisok.xlsx) в Excel и выдает индивидуальные или общие задания студентам.

Таким образом, программа, реализующая АИС, полностью автономна (exe-файл), к которому прилагается файл Spisok.xlsx.

Необходимые данные задаются преподавателем в форме таблицы. Информация по каждому варианту представлена $(1 + N_o + N_r)$ строками, где N_o – число параметров объекта, N_r – число параметров регулятора. Так для варианта «Апериодическое_звено_1/ПИ-регулятор» число строк = 5. Первый столбец задает код варианта, причем во втором столбце первой строки указывается наименование варианта, которое будет отображаться на панели ввода параметров. Набор кодов вариантов может быть дополнен, первая цифра в коде указывает на тип объекта, вторая – на закон регулирования. Вид передаточных функций в программе пока не отображается. Для каждого параметра (объекта или регулятора) указывается код варианта, имя параметра, отображаемое на панели ввода, минимальное, стартовое и максимальное значение параметра. Пометка «***» является информативной (по ней определяется наименование варианта). При запуске АИС лист полностью импортируется в программу, откуда и формируются исходные данные для начала работы. Преподаватель может изменять эти данные по своему усмотрению, не изменяя логической структуры. Каждый из вариантов задается своим кодом, необходимо, чтобы сначала задавать параметры объекта (1-й, 2-й и, может быть, 3-й), затем параметры регулятора (коэффициенты усиления П-, И и, может быть, Д- составляющих).

Параметры объектов и регуляторов				
код варианта	Вариант / параметр	минимальный	стартовый	передаточные функции /максимальный
11	Апериодическое звено 1 порядка + ПИ-регулятор		***	$G(s)=K/(Ts+1), R(s)=K_I + K_I/s$
11	K	0,1	1	10
11	T	2	10	50
11	K _I	0,1	1	10
11	K _I	0,01	0,2	5

Рисунок 1. Таблица используемой базы

Расширение состава объектов и/или типа регуляторов потребует точечной корректировки программы.

Необходимый набор стандартных объектов управления (апериодические звенья 1 и 2 порядков, колебательное звено) в дальнейшем могут быть дополнены другими типами объектов, равно как и стандартный набор законов регулирования (ПИ и ПИД). Назовем расширяемостью это свойство АИС.

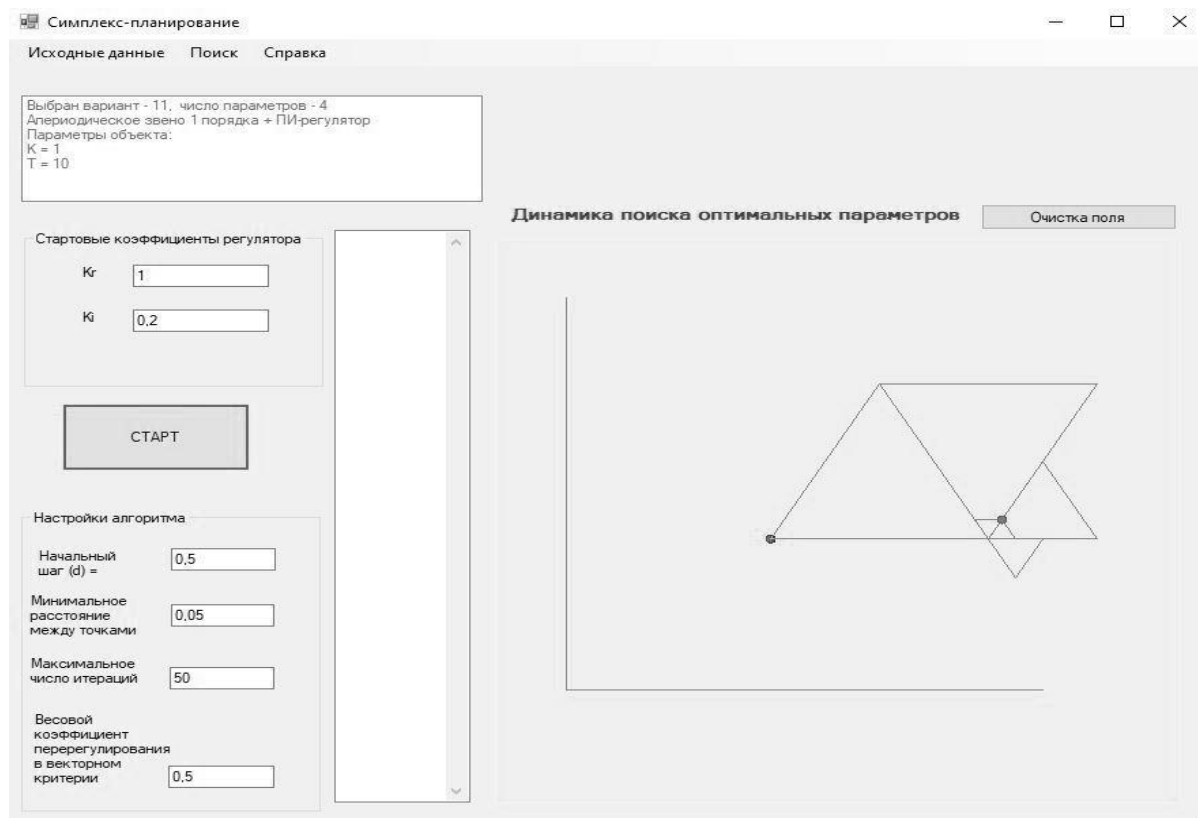


Рисунок 2. Форма настройки ПИ регулятора с методом симплекс-планирования

Работа с АИС для студента осуществляется по индивидуальному заданию, в котором содержится указание типов объектов и законов регулирования, база данных с диапазоном допустимых параметров настройки, а также перечень задач и используемых режимов (ручная настройка, поиск оптимальных коэффициентов заданными методами). Диапазон параметров может быть, как узким, так и достаточно широким, например, можно предложить студенту использовать отрицательные коэффициенты в законе регулирования.

Стартовое значение параметров рекомендуется выбирать так, чтобы переходной процесс не имел сразу оптимальные показатели качества регулирования. Чем шире диапазон, тем больше вариантов перебора, и тем труднее задача выбора настроек. Для демонстрации на лекции можно сохранить и оптимальные настройки регулятора в поле «стартовый».

Для работы с АИС используется главная экранная форма (Form1) и несколько других экранных форм.

После выполнения расчетов в режиме ручной настройки пользователь видит: исходные данные (параметры объекта и регулятора) слева, количественное отображение переходного процесса (с полосой прокрутки), график переходного процесса при единичном ступенчатом воздействии. Во всплывающем диалоговом окне отображаются показатели качества управления – время переходного процесса и перерегулирование.

АИС «Настройка параметров регуляторов» пригодна для использования в учебном процессе в качестве компьютерного тренажера для студентов ВУЗов по одному из разделов курса «Теория автоматического управления».

Направление дальнейших исследований состоит в расширении предлагаемого студентам набора объектов и регуляторов, а также методов их настройки.

В ходе предварительных испытаний учебного тренажера был сделан вывод, что использование данной АИС, позволяет студентам лучше усваивать тему предмета. А её наглядность, сокращает время, необходимое для усвоения информации.

Литература и источники

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы (анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения) / Н. С. Бахвалов. – Главная редакция физико-математической литературы. М.: Наука, 1973. – 632 с.
2. Сайт «Си шарп для начинающих» <http://c-sharp.pro>
Научный руководитель – к.т.н., доцент Гутова С. Г., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

Научное издание

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИКЕ, ХИМИИ,
МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ**

Материалы симпозиума в рамках
XV (XLVII) Международной научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Образование, наука, инновации: вклад молодых
исследователей».

Выпуск 21

16+

Материалы печатаются в авторской редакции

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кемеровский государственный университет»
(КемГУ).
650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Объем 7,86 Мб