

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
XVI (XLVIII) Международная научная конференция студентов
и молодых ученых «Образование, наука, инновации: вклад
молодых исследователей», приуроченная к 300-летию
Кузбасса

Выпуск 22

Об издании – [1](#), [2](#), [3](#)

Кемерово
2021

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 учебной и научной работе КемГУ;
Поддубиков В.В. – начальник НИУ.

Ф 94 Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике: материалы симпозиума рамках XVI (XLVIII) Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей», приуроченной к 300-летию Кузбасса. [Электронный ресурс] / сост. Ю.А. Степанов, С.Ю. Завозкин; Кемеровский государственный университет. – Электрон. дан. (объем 9,97 Мб).– Кемерово: КемГУ, 2021. – Вып. 22. –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 978-5-8353-2787-4

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 978-5-8353-2787-4

УДК 51+53+54+51+004
ББК 22+24+73(2Рос-4Кем)73я431
© Авторы научных статей, 2021
© Кемеровский государственный университет», 2021

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, 2021

© Кемеровский государственный университет», 2021

Оглавление

ТЕОРИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ	8
ЗОННАЯ СТРУКТУРА КРИСТАЛЛА NaGaTe_2 <i>Дударев Р.М.</i>	8
ПЕРВОПРИНЦИПНЫЕ РАСЧЁТЫ ДЛИННОВОЛНОВЫХ ФОНОННЫХ СПЕКТРОВ ТЕТРАГОНАЛЬНЫХ ZnP_2 И CdP_2 <i>Жданов Д.А.</i>	10
ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛА Na_2S_4 <i>Кочурова А.О.</i>	13
ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ, ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГАЛОГЕНИДОВ ХОЛИНА И АЦЕТИЛХОЛИНА <i>Парикова Е.С.</i>	16
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИПОТЕТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ KGaSe_2 И KGaTe_2 <i>Тарасова Е.В.</i>	19
ЭЛЕКТРОННЫЕ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА Be_2OS <i>Ткачев Е.М.</i>	22
АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ И ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В $\alpha\text{-AgSCN}$ <i>Хохлов Г.В.</i>	24
ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА	28
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ «ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ» ДЛЯ ВНЕУЧРОНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ <i>Батина Ю.С.</i>	28
ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЫ В МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ <i>Волков В.Д.</i>	31
ВЛИЯНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ХЛОРА НА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕТОК ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК <i>Волков Д.М., Вершинина А.И.</i>	33
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ГРАФЕНА НА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК <i>Гордая О.Р., Вершинина А.И.</i> ..	35
РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «МЕХАНИКА» <i>Громова Е.В.</i>	39
РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ» <i>Зайцева А.С.</i>	41
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ С УЧАЩИМИСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ <i>Каркавина М.В.</i>	45
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32 В СУШКЕ МОЛОКА <i>Мельникова М.А.</i> ...	47
СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТАНТАЛАТА ЛИТИЯ В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ <i>Могильникова Ю. Н.</i>	48
ЛАЗЕРНАЯ СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ В СПЕЦИАЛЬНО ЛЕГИРОВАННОМ ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ <i>Ребус Ю. Е.</i>	51
ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОМЕДИЙНЫХ ВИЗУАЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЙ В ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ФОРМУЛЫ ФРЕНЕЛЯ» <i>Шельхаева М.А.</i>	52
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ	56
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОКОВ НА НАЛИЧИЕ ВИТАМИНА C_1 <i>Букреева В.Д.,</i> ¹ <i>Суровая В.Э.,</i> ² <i>Бин С.В.</i>	56
ТОНКОСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ – КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИОННОГО ДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ¹ <i>Суровая В.Э.,</i> ² <i>Бин С.В.</i>	58
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОБРАЗЦАХ СНЕГА, ОТОБРАННЫХ ВБЛИЗИ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ <i>Бородачев Н.М.</i>	62
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И МЕДЕ <i>Власова Е.Н.</i>	63

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПАЛЛАДИЙ-ЖЕЛЕЗО <i>Колупахина И. Е.</i>	65
ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ РЫБ <i>Крысецкая Д.А., Щетинин С.Е.</i>	67
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В ПОЧВАХ МЕТОДОМ КЪЕЛЬДАЛЯ <i>Никишиова Е.С.</i>	68
СОСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОСОБИЯ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДАМ АНАЛИЗА <i>Павлова Т. В.</i>	70
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ <i>Пыкин А.Л.</i>	72
ПОИСК МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(СТИРОЛ-БЛОК-ИЗОБУТИЛЕН-БЛОК-СТИРОЛ)А И ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК. ПРОВЕДЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК <i>Степанова Д. А.</i>	75
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	79
ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ КЛАСТЕРА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПРОДУКТА В КРИСТАЛЛАХ АЗИДА СЕРЕБРА <i>Вакуло А.Е., Султанова А.А.</i>	79
ЛАЗЕРНОЕ ИНИЦИИРОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ «ЯДРО-ОБОЛОЧКА» <i>Галкина Е. В., Ладченко Е. Н.</i>	81
АВТООКИСЛЕНИЕ АДРЕНАЛИНА В ПРИСУТСТВИИ СУЛЬФИТА <i>Исина К. Т.¹, Звекон А. А.¹, Нефедова Е.К.²</i>	83
АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ СПЕКТРОВ ВИДИМОЙ И БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ <i>Корнеев А.В.</i>	85
ПАРАМЕТРЫ РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕНТАЭРИТРИТА ТЕТРАНИТРАТА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ <i>Овчинников Г.Е., Гайнутдинов А.Р., Петрова Е.Е.</i>	88
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ ЯДРО-ОБОЛОЧКА И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ АКТУАЛЬНОСТЬ <i>Плотников Д.И., Рутчин Е.А., Захарова К.Е., Янчарская А.А.</i>	90
ПОЛУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ БАУ-А <i>Помесячная Е. С.</i>	92
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ Co-Pt И ИЗУЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИ АКТУАЛЬНЫХ СВОЙСТВ <i>Тарасюк К.А.¹, Захаров Н.С.^{1,2}, Тихонова И.Н.²</i>	94
ВЗРЫВНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ <i>Усова Е.Г., Ходорченко И.А.</i>	96
ИТ В СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И В ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТАХ	99
ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ КОРПОРАТИВНОГО БЛОГА <i>Аксенов М.В., Жуков Д.К.</i>	99
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ <i>Астахова А.Д., Резинкина Е.А.</i>	101
СБОР АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ УДОБНОГО ДОСТУПА К УСЛУГАМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОВЗ <i>Воробьев Н.А., Каба У., Сергеев А.И.</i>	104
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ <i>Городилов Д.В.</i>	107
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВИТРИНЫ ДАННЫХ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ КЕМГУ <i>Гуров Е.С., Давзит И.П.</i>	110

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ_Дашиков А.В., Котышев М.Ю., Корольков А.С.	113
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ_Девянин И. С.	117
ПРИМЕНЕНИЕ OLAP-ТЕХНОЛОГИЙ В БИЗНЕСЕ_Дорн Е. В.	121
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛОЯЛЬНОСТИ_Паксеев П.В.	123
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВЕРХОВОГО ПРИРОДНОГО ПОЖАРА_Сысолов К.В.	125
ПРИМЕНЕНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ_Цой А.И., Величкович И.Б., Сун Шичэнь..	128
ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЕМКОСТИ ПРОВОДА_Чеснокова А.К.	131
ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НИЗКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ_Юдин Л.Е.	134
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН.....	139
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ_НА СМЕШИВАНИЕ РАСТВОРОВ_Бабаджанова В.А.	139
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА «НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ПЛАНИМЕТРИИ. ВВЕДЕНИЕ В СТЕРЕОМЕТРИЮ»_Едакина К. П.,Еремин М. С.	141
РАЗРАБОТКА В СИСТЕМЕ ENTERPRISE DEVELOPMENT TOOLS_Ефремов С. А.	144
ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ «ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА РYТНОН ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ»_Ильченко Д.А.	146
К РАЗРАБОТКЕ ИНСТРУКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Камалидинова А.К.	148
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАЧНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОНТЕНТОМ_Колмакова А.	152
РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМЕ «ТЕОРИЯ СРАВНЕНИЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ШКОЛЬНЫХ И НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ» ДЛЯ КЛАССОВ С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ МАТЕМАТИКИ_Кошкина Н. Н.	155
ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ ПО ТЕМЕ: «ВЕКТОРЫ НА ПЛОСКОСТИ»_Красникова Е. С.	157
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ОНЛАЙН-КУРСА ПО_СТЕРЕОМЕТРИИ, РАЗДЕЛ «КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»_Латин К.А.	159
ЭЙЛЕРОВА ХАРАКТЕРИСТИКА БУТЫЛКИ КЛЕЙНА_Малахов А. В.	162
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ В «1С: ПРЕДПРИЯТИИ 8»_Махмадзода М. Х.	164
ОДНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ СМЕСИ ВЯЗКОЙ СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ С ПЛОСКИМИ ВОЛНАМИ_Палатов И. А.	166
ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА СЛАБОЙ АППРОКСИМАЦИИ ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ СМЕСИ ВЯЗКИХ СЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ_Половинкина Ю.М.	168

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО РЕСУРСА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ РЕЖИМА ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ПРОБЛЕМАМИ ЗРЕНИЯ <i>Ремнев А.С.</i>	172
ПЛАГИНЫ WORDPRESS ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОНТЕНТОМ <i>Сорокина А.В.</i>	174
ЛЕВОИНВАРИАНТНЫЕ ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ТРЕХМЕРНЫХ НЕУНИМОДУЛЯРНЫХ ГРУППАХ ЛИ <i>Суворова Ю.П.</i>	176
ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ПЯТИМЕРНЫХ ГРУППАХ ЛИ <i>Шагабудинова И.Ю.</i>	179
СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА «АЛИСА» <i>Якубович М.Е.</i>	181
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА	185
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУБГРАДИЕНТНЫХ И КВАЗИНЬЮТОНОВСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ <i>Архипенко В.И.</i>	185
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Баннов Я.С., Калинин В.В.</i>	187
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ МОНОГОРОДОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. ПРОКОПЬЕВСК) <i>Герасимов В.Г., Коваленко С.Т.</i>	189
МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИВЫХ ТЕЧЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Ерышкина Е.В.</i>	192
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СУИЦИДАЛЬНОГО РИСКА И РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ ПРЕВЕНЦИИ В ШКОЛЕ <i>Киндяков А.А.</i>	195
МОДЕЛИРОВАНИЕ СУИЦИДАЛЬНОГО РИСКА ПОДРОСТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНЫХ УРАВНЕНИЙ <i>Колотова Н. А.</i>	198
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Леонтьева А.О.</i>	202
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ <i>Минаев Ю.А.</i>	205
ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ <i>Михалев Д.С.</i>	207
МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ <i>Проколомова А.С.</i>	210
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ: «ИДЕНТИФИКАЦИЯ МУЛЬТИСИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕПРЕРЫВНЫХ ДРОБЕЙ» <i>Чуриков И. Ю.</i>	212

УДК 544.225.2: 548.713.022.723

ЗОННАЯ СТРУКТУРА КРИСТАЛЛА NaGaTe_2

Дударев Р.М.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

rdudarev1209@gmail.com

Соединения $\text{X}^{\text{I}}\text{Y}^{\text{III}}\text{Z}_2^{\text{VI}}$ и $\text{X}^{\text{II}}\text{Y}^{\text{IV}}\text{Z}_2^{\text{V}}$ относятся к полупроводникам с химической формулой XYZ_2 , которые часто кристаллизуются в структуру халькопирита [1,2]. Тройные соединения $\text{X}^{\text{I}}\text{Y}^{\text{III}}\text{Z}_2^{\text{VI}}$ имеют интересные электронные и оптические свойства, высокие значения коэффициента поглощения в ближней ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях, узкую и прямую запрещенную зону [1]. Они пригодны для поглощения инфракрасных излучений, имеют узкие запрещенные зоны и способны поглощать инфракрасный свет. Многочисленные исследования проводятся с халькопиритоподобными полупроводниками, получающимися путем замещения катионов и анионов [2]. В работе [3] теоретически были изучены кристаллы LiInX_2 ($\text{X} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$), определены их оптические, электронные и структурные свойства. В исследовании [4] катион Li заменили катионом Na и изучили физические свойства соединений NaInX_2 ($\text{X} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$). Хотя эти соединения изучались ранее, но в работе [4] они были исследованы в тетрагональной фазе халькопирита, имеющей симметрию с пространственной группой I-42d. Не смотря на значительные усилия ученых, по-прежнему отсутствуют достаточные данные и знания, посвященные исследованиям соединений NaMX_2 ($\text{M} = \text{V}, \text{Al}, \text{Ga}, \text{In}; \text{X} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$).

Целью нашего исследования является компьютерное моделирование тетрагональной структуры халькопирита для кристалла NaGaTe_2 , изучение его электронной структуры с помощью методов теории функционала плотности, заложенных в программе CRYSTAL [5].

Зонная структура нового кристалла NaGaTe_2 , вычисленная по зоне Бриллюэна халькопирита в точках высокой симметрии: $\Gamma=(000)$, $\text{N}=(\frac{1}{2}\frac{1}{2}0)$, $\text{P}=(\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2})$, $\text{I}=(\frac{1}{4}\frac{1}{4}1)$, $\text{H}=(0\frac{1}{4}1)$, $\text{C}=(0\frac{1}{2}\frac{1}{2})$ – в единицах $2\pi/a$ (1, 1; $1/\gamma$), представлена на рис.1. Валентная зона NaGaTe_2 состоит из трех разрешенных энергетических полос, разделенных запрещенными участками. Нижняя от -9 до -10.5 эВ содержит 4 энергетические ветви и формируется в основном из s-состояний атомов Te. Средняя из 2 энергетических ветвей, образованная из вкладов s-состояний атомов Ga, занимает разрешенный интервал энергий от -4 до -6.5 эВ. Верхняя полоса из 10 энергетических ветвей в интервале энергий от 0 до -3.2 эВ содержит преимущественно состояния анионов (p-Te).

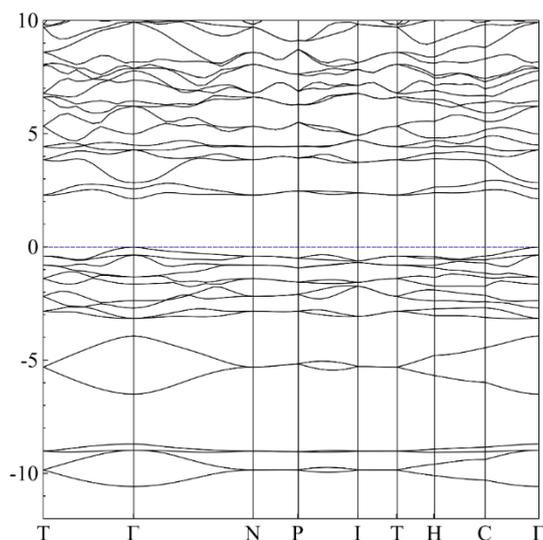


Рисунок 1. Зонная структура кристалла NaGaTe₂

Абсолютный максимум (вершина) валентной зоны расположен в центре зоны Бриллюэна (точке Г). Вершина валентной зоны расщеплена из-за различия катионов (атомов Na и Ga) на величину $\Delta_{\text{кр}}=0.35$ эВ. Кристалл NaGaTe₂ является прямозонным, потому что дно зоны проводимости также расположено в точке Г. Ширина запрещенной зоны $E_g=2.13$ эВ.

Карты распределения заряда валентных электронов отражают особенности образования химической связи в кристалле NaGaTe₂. На рис.2 представлена деформационная карта плотности распределения заряда валентных электронов $\Delta\rho(r)$ в плоскости (110), содержащей атомы разного сорта.

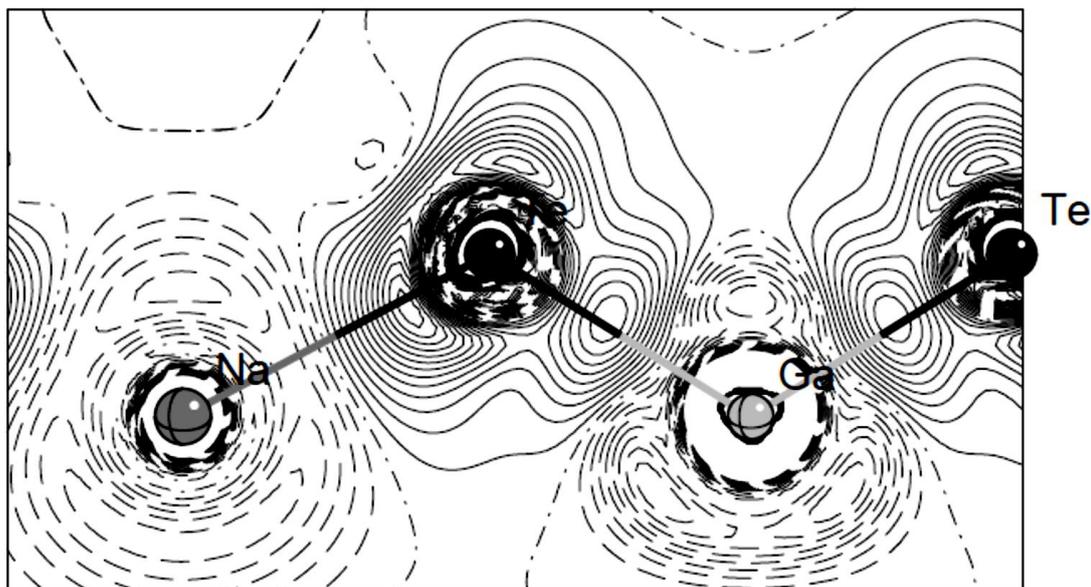


Рисунок 2. Карта распределения деформационной электронной плотности NaGaTe₂

Из рис.2 видно, что связи Na–Te и Ga–Te различаются не только по длине, но и по типу химической связи: Na–Te – ионная, поскольку заряды сосредоточены в основном на атомах; Ga–Te – преимущественно ковалентная, видны заряды, локализованные на линии связи вблизи ее центра и смещенные в сторону аниона.

Литература и источники

1. J. L. Shay and J. H. Wernick, Ternary Chalcopyrite Semiconductors: Growth, Electronic Properties and Applications. – New–York: Pergamon Press, 1975.
2. Басалаев, Ю.М. Электронное строение тройных алмазоподобных соединений со структурой халькопирита / Ю.М. Басалаев, А.С. Поплавной. – Кемерово: ИИТ, 2009. – 226 с.
3. A.H. Reshak, M.G. Brik. Strong second harmonic generation in LiInX_2 (X=Se, Te) chalcopyrite crystals as explored by first-principles methods // Journal of Alloys and Compounds. – 2016. – V.675, N5. – P. 355-363
4. Yaseen M. S., Murtaza G., Murtaza G. Theoretical investigation of the structural stabilities, optoelectronic and thermoelectric properties of ternary alloys NaInY_2 (Y=S, Se and Te) through modified Becke–Johnson exchange potential // International Journal of Modern Physics B. – 2020. – V. 34, N13. – P. 2050133 (14).
5. Dovesi, R et al. Quantum-mechanical condensed matter simulations with CRYSTAL / R. Dovesi, A. Erba, R. Orlando, C.M. Zicovich-Wilson, B. Civalleri, L. Maschio, M. Rérat, S. Casassa, J. Baima, S. Salustro, B. Kirtman // Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science – 2018. – V. 8 – N 4 – P.1360(36).

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

УДК 538.913

ПЕРВОПРИНЦИПНЫЕ РАСЧЁТЫ ДЛИННОВОЛНОВЫХ ФОНОННЫХ СПЕКТРОВ ТЕТРАГОНАЛЬНЫХ ZnP_2 И CdP_2

Жданов Д.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

dima372683@mail.ru

Одна из модификаций дифосфида цинка ($\alpha\text{-ZnP}_2$, красный) и дифосфида кадмия ($\beta\text{-CdP}_2$) кристаллизуются в тетрагональной сингонии. Пространственная группа $D_4^4 = P4_12_12$ (либо $D_4^8 = P4_12_12$) с восемью формульными единицами на элементарную ячейку. Таким образом, мы имеем 72 фононных ветви, неприводимое представление которых в центре зоны Бриллюэна дается формулой 1. Элементарная ячейка кристаллов приведена на рис. 1. Структурные параметры приведены в таблице 1 [1].

$$\Gamma = 9A_1 + 9B_1 + 9A_2 + 9B_2 + 18E \quad (1)$$

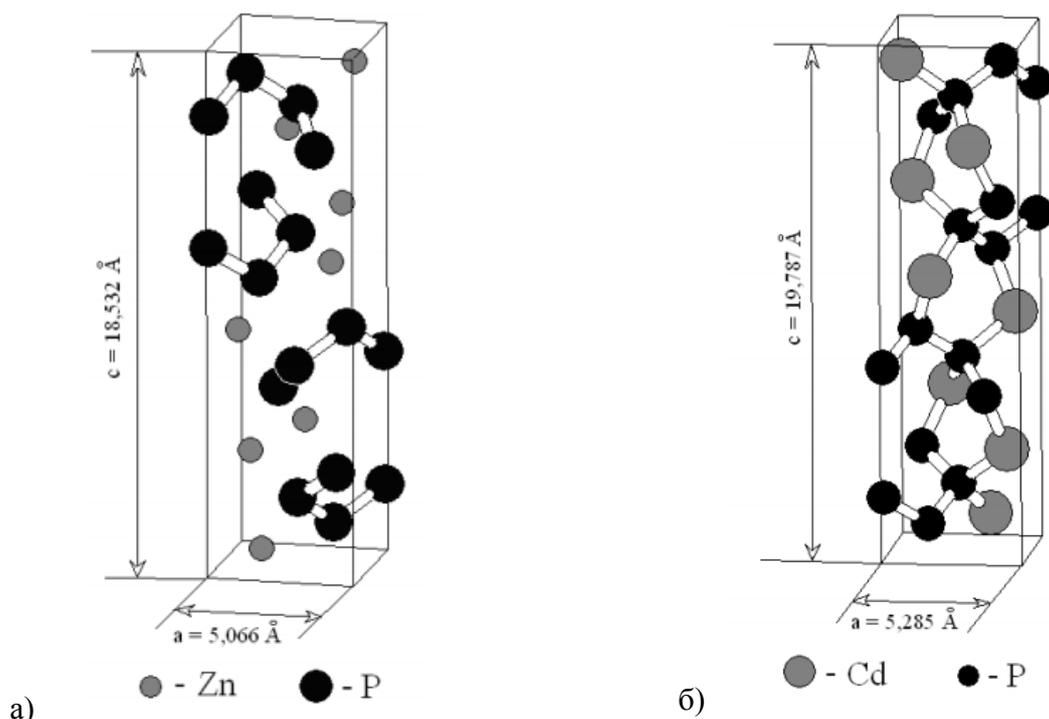


Рисунок 1. Кристаллическая структура тетрагональных ZnP_2 (а) и CdP_2 (б)

Таблица 1. Кристаллофизические характеристики соединений ZnP_2 и CdP_2

Соединение	Пространственная группа	Структура	Параметры решетки				Число атомов в элементарной ячейке
			$a, \text{Å}$	$b, \text{Å}$	$c, \text{Å}$	β	
α - ZnP_2	$D_4^4 - P4_12_12$	Тетрагональная	5.08	-	18.59	-	24
	$D_4^8 - P4_32_12$		5.0661	5.0661	18.532	-	24
β - CdP_2	$D_4^4 - P4_12_12$		5.283	5.283	19.808	-	24
	$D_4^8 - P4_32_12$		5.2768	5.2768	19.753	-	24

Целью работы является подбор оптимальных параметров и на их основе расчёт длинноволновых фоновых спектров тетрагональных ZnP_2 и CdP_2 , а также сравнение их с уже известными экспериментальными значениями.

Пакет CRYSTAL [2] выполняет первопринципные расчеты энергии основного состояния, градиента энергии, электронной волновой функции и свойств периодических систем. Могут быть использованы гамильтонианы Хартри-Фока или Кона-Шэма (которые принимают потенциал обменной корреляции в соответствии с постулатами теории функционала плотности). Периодические 0 (молекулы, 0D), 1 (полимеры, 1D), 2 (пластины, 2D) и 3 (кристаллы, 3D) мерные системы, которые обрабатываются в равной степени. В каждом случае основным приближением является разложение волновых функций одной частицы («Кристаллическая орбиталь», КО) в виде линейной комбинации функций Блоха, определенных в терминах локальных функций (обозначаемых как «Атомные орбитали», АО).

Локальные функции, в свою очередь, представляют собой линейные комбинации функций гауссова типа (GTF), показатели и коэффициенты которых определяются входными данными. Можно использовать функции симметрии s, p, d и f. Также доступны sp-оболочки (s и p-

оболочки, имеющие один и тот же набор показателей). Использование sp-оболочек может привести к значительной экономии времени.

При помощи программного пакета CRYSTAL17 была проведена оптимизация геометрии и расчет фононных частот кристаллов ZnP_2 и CdP_2 . В качестве начальных параметров использовались экспериментальные величины [1], приведенные в таблице 2. Использовались базисные наборы: Zn_86-411d31G_jaffe_1993 и P_pob_TZVP_201 для цинка и фосфора, Zn_86-411d31G_jaffe_1993 и P_85-21d1G_zicovich_2002 для кадмия и фосфора соответственно. В рамках теории функционала плотности в расчетах применялся гибридный функционал B3LYP.

Таблица 2. Экспериментальные параметры

Кристалл	Атом	Координата			Параметры решетки			
		x	y	z	a, Å	b, Å	c, Å	β
ZnP_2	Zn	0.141	-0.344	0.051	5.08	-	18.59	-
	P	-0.194	0.316	0.058				
	P	-0.015	0.096	0.123				
CdP_2	Cd	0.126	0.347	0.297	5.283	5.283	19.808	-
	P	0.307	0.214	0.184				
	P	0.021	0.020	0.126				

Вычисление фононных спектров проводилось при значениях оптимизированных решеточных параметров представленных в таблице 3. Сравнение таблиц 2 и 3 показывает, что отличие теоретических оптимизированных параметров от эксперимента не превышает 2%.

Таблица 3. Оптимизированные параметры

Кристалл	Атом	Координата			Параметры решетки			
		x	y	z	a, Å	b, Å	c, Å	β
ZnP_2	Zn	0.140226	-0.345208	0.051116	5.0893	-	18.6559	-
	P	-0.194847	0.317496	0.059649				
	P	-0.015356	0.010150	0.124102				
CdP_2	Cd	0.154038	0.369739	0.299672	5.3903	-	20.0945	-
	P	0.290814	0.194697	0.184653				
	P	-0.015088	0.026573	0.124451				

Рассчитанные длинноволновые фононные частоты тетрагональных ZnP_2 и CdP_2 с симметрией $\Gamma_2(A_2)$ и $\Gamma_5(E)$ и экспериментальные частоты, активные в ИК области, приведены в таблице 4.

Таблица 4. ИК-активные частоты фононов CdP_2 и ZnP_2

ZnP_2		CdP_2	
Симметрия $\Gamma_2(A_2)$ ИК			
Эксперимент[3]	Теория	Эксперимент[4]	Теория
483/483	492/492	470/470	484/484
	467/467	450/450	453/453
337/343	387/390		334/335
	358/358	309/313	300/301
248/260	272/279	209/228	176/189
	256/256		174/174

123/123	151/151	81/82	85/85
	65/65		46/46
Симметрия $\Gamma_5(E)$ ИК+КР			
477/477	487/487	466/467	481/481
460/460	475/475	450/450	475/475
	467/467		451/451
428/428	411/411		416/416
362/365	399/399		333/333
341/342	385/385		320/320
	364/365	331/334	302/302
	359/359	311/311	288/288
281 / 284	307/309		226/228
248 / 250	258/262	249/252	206/206
225 / 232	244/245	217/218	170/179
148 / 148	173/173	185/190	136/137
	150/150	117/119	98/98
	137/137		85/85
	132/132		80/80
	110/110	70/71	73/73
	94/94		67/67

Как показало сравнение таблиц 2 и 3, выбранный вариант метода функционала плотности с достаточно хорошей степенью точности описывает сложную кристаллическую структуру соединений ZnP_2 и CdP_2 . Что касается фононного спектра, то здесь имеется неплохое количественное совпадение теории и эксперимента для верхних, наиболее активных в ИК-поглощении частот. Для частот в средней и нижней части спектра отличия может составлять до 20-25%, известно, что метод функционала плотности допускает подобную погрешность при описании фононных спектров сложных кристаллических соединений. Вместе с тем могут быть и вопросы к точности измерений слабых в ИК-поглощении частот.

Литература и источники

1. Маренкин С.Ф., Трухан В.М. Фосфиды, арсениды цинка и кадмия. — М.: Минск, 2010. — 223 с.
 2. Dovesi, R. CRYSTAL17 User's Manual / R. Dovesi, V.R. Saunders, C. Roetti [et al.] // Torino: University of Torino. - 2018.
 3. Н. SOBOTTA, Н. NEUMANN, N.N. SYRBU, V. RIEDE Infrared Lattice Vibration Spectra of Tetragonal ZnP_2 (1983)
 4. Н. SOBOTTA, Н. NEUMANN, N.N. SYRBU, V. RIEDE Infrared Study of the Lattice Vibrations in Tetragonal CdP_2 /phys. stat. sol. (b) -125, K17 (1984)
- Научный руководитель – д.ф.-м.н, проф. Поплавной А.С., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 544.225.2: 548.713.022.723

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛА Na_2S_4

Кочурова А.О.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kochurovaalena@mail.ru

Тетрасульфид натрия Na_2S_4 кристаллизуется в пространственной тетрагональной группе №122 ($I4_2d$). Интерес к соединениям Na-S связан с их использованием в качестве материала

для щелочных аккумуляторов (серно-натриевых батарей) [1]. Для соединения Na_2S_4 была изучена кристаллическая структура [2], однако до сих пор не исследовано электронное строение. Целью данной работы является первопринципное изучение электронного строения тетрасульфида натрия Na_2S_4 в тетрагональной фазе с симметрией подобной симметрии решетки халькопирита ($\text{№}122, \bar{I}42d$). Для расчета использовалась программа CRYSTAL17 [3] и разные ее приближения: локальной плотности (LDA – Local Density Approximation), с функционалом SVWN; градиентной корректировки или обобщённого градиента (GGA – Generalized Gradient Approximation) с обменно-корреляционным функционалом PBE или B3LYP. Вычисленные зонные структуры, плотности состояний и плотности распределения зарядов, показали, что структура валентных зон и карты распределения электронной плотности практически не зависят от выбора функционала, который существенно влияет на величину ширины запрещенной зоны: 1.6 (SVWN), 3 (B3LYP) и 3.5 (PBE) эВ, На рис.1 представлена зонная структура кристалла Na_2S_4 , где за начало отсчета выбран последний заполненный уровень энергии валентной зоны (абсолютный максимум), расположенный не в точке Г, а на линии Г–N, поэтому кристалл является не прямозонным. Структура валентной зоны кристалла Na_2S_4 включает шесть разрешенных полос энергии, разделенных запрещенными участками, что отличает ее от структуры других кристаллов с решеткой халькопирита [4]. Такое различие обусловлено в первую очередь химическим составом.

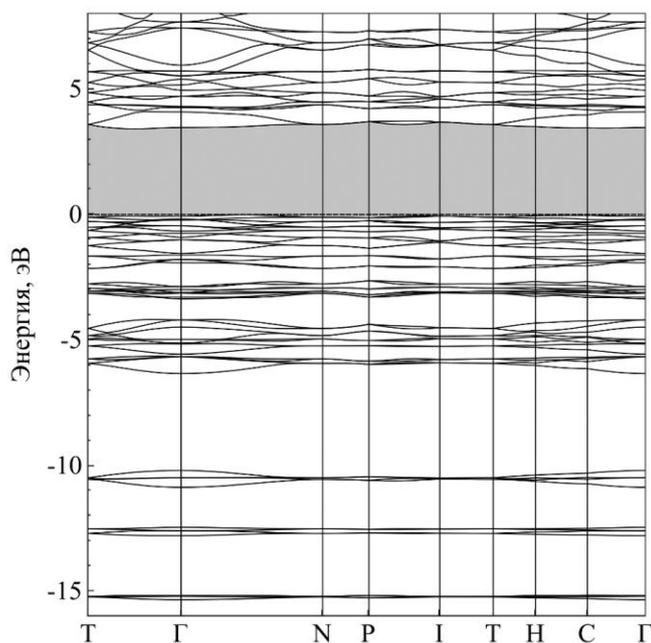


Рисунок 1. Зонная структура кристалла Na_2S_4

Края валентной зоны кристалла Na_2S_4 определяют s-состояния (в интервале от -9 до -15 эВ) и p-состояния (от 0 до -6 эВ) атомов серы. Вклады атомов натрия в валентную зону малы. Особенности формирования химической связи в тетрасульфиде натрия Na_2S_4 хорошо демонстрируют карты распределения полной и деформационной плотности распределения заряда валентных электронов (рис.2).

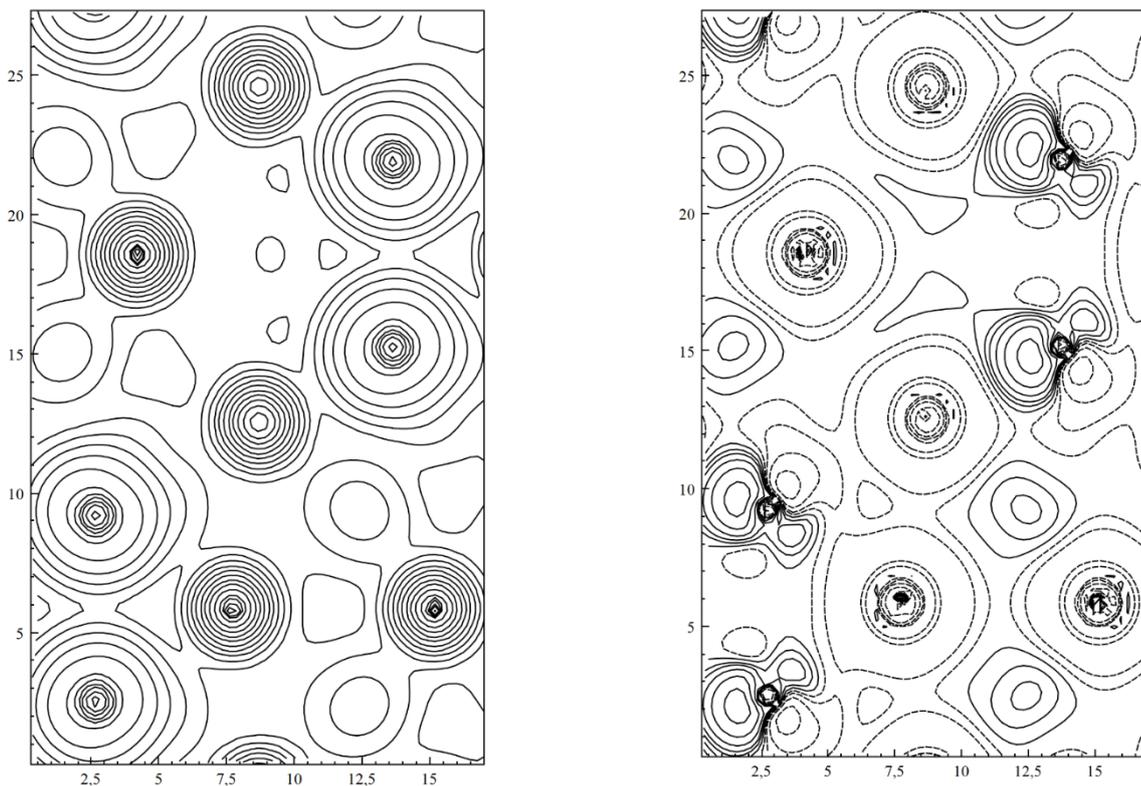


Рисунок 2. Распределение полной (слева) и деформационной электронной плотности в Na_2S_4

Карты распределения полной и деформационной электронной плотности на рис.2 свидетельствуют о преимущественно ионном характере с малой долей ковалентной составляющей химической связи между атомами Na и S. Этим можно объяснить успешное применение кристалла Na_2S_4 в качестве рабочего материала для ионных батарей, к которых основным носителем будут ионы натрия.

Как видно из распределения электронной плотности и зонной структуры, функционал SVWN дает значение запрещенной зоны примерно в два раза меньше чем B3LYP и PBE. Значения запрещенной зоны для B3LYP, PBE0, SVWN соответственно равны 3 эВ, 3.5 эВ, 1.6 эВ.

Литература и источники

1. Geng, N. A First-Principles Exploration of Na_xS_y Binary Phases at 1 atm and Under Pressure / N. Geng, T. Bi, N. Zarifi, Y. Yan, E. Zurek // Crystals. – 2019. – V. 9. – P. 441.
2. Tegman, R. The Crystal Structure of Sodium Tetrasulphide, Na_2S_4 // Acta Crystallographica B. – 1973. – V.29, N7. – P. 1463-1469.
3. Dovesi, R., Erba, A., Orlando, R. et al. Quantum-mechanical condensed matter simulations with CRYSTAL / R. Dovesi, A. Erba, R. Orlando, C.M. Zicovich-Wilson, B. Civalleri, L. Maschio, M. Rérat, S. Casassa, J. Baima, S. Salustro, B. Kirtman // Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science – 2018. – V. 8 – N 4 – P.1360 (36).
4. Басалаев Ю.М., Поплавной А.С. Электронное строение тройных алмазоподобных соединений со структурой халькопирита: монография. – Кемерово: ИНТ, 2009. – 226 с.
Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FZSR-2020-0007 в рамках государственного задания № 075-03-2020-097/1)
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Басалаев Ю.М., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ, ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ
ГАЛОГЕНИДОВ ХОЛИНА И АЦЕТИЛХОЛИНА***Парикова Е.С.*

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

elena.somova.1010@mail.ru

Холин – органическое соединение, катион 2-гидроксиэтилтриметиламмония, $[(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}] (\text{Ch}^+)$, состоит из этаноламина, имеющего три метильных заместителя, присоединенных к аминогруппе [1]. Также холин является предшественником нейромедиатора ацетилхолина. Ацетилхолин – органическое соединение, является ацетильным производным холина $[\text{CH}_3\text{CO}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3] (\text{ACh}^+)$, является сложным эфиром уксусной кислоты и холина, который действует как нейротрансмиттер [2].

Зеленая химия – область химии и химической инженерии, включающая в себя любое усовершенствование химических процессов, которое положительно влияет на окружающую среду, то есть происходит разработка продуктов или процессов, которые минимизируют или исключают использование и образование опасных веществ [3, 4]. В развитии зеленой химии важную роль играет холин и его производные. Синтез полимеров при помощи экологически безопасных процессов вызывает все больший интерес. Использование различных химикатов и растворителей с меньшей токсичностью становится более предпочтительным для синтеза полимеров. Галогениды холина используются в качестве катализаторов в получении полиметакрилатов и полиакрилатов. Области практического применения холина и его производных весьма обширны, но физическими методами холины исследованы недостаточно.

Целью работы является исследование структуры галогенидов холина и ацетилхолина методами компьютерного моделирования, а также описание их электронных свойств.

При помощи программного пакета CRYSTAL17 [5] проведено исследование молекулярных соединений холина и ацетилхолина. Использовались базисные наборы: N_3-1p1G, N_6-31d1G, O_6-31d1, O_6-31d1, а для атомов йода, брома и хлора был использован псевдопотенциальный базис HAYWLC-31G [6]. В рамках теории функционала плотности в расчетах применялся гибридный функционал B3LYP-D3. Вследствие процедуры оптимизации геометрии рассчитаны структурные параметры, такие как межатомные расстояния и валентные углы. Полученные структуры галогенидов холина (рис. 1 (а, б, в)) и галогенидов ацетилхолина (рис. 1 (г, д, е)) соответствуют имеющимся экспериментальным данным по структуре этих молекул в кристаллах [7, 8].

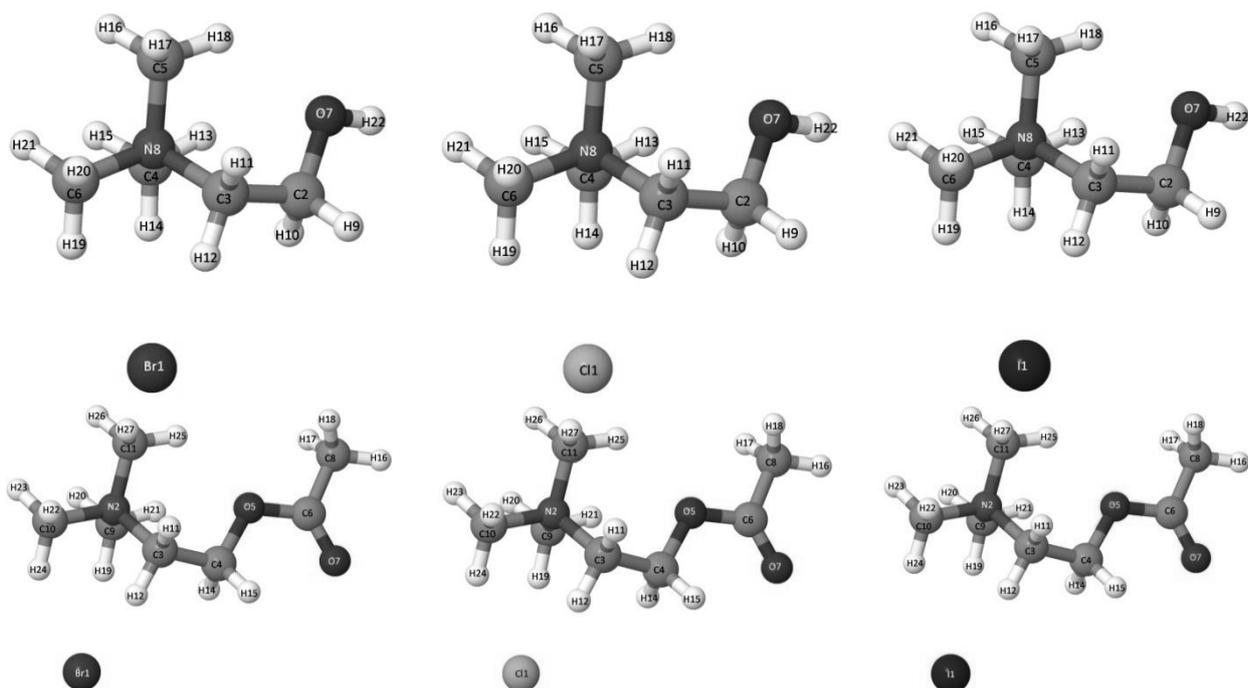


Рисунок 2. Молекулярные структуры бромида холина (а), хлорида холина (б), йодида холина (в), бромида ацетилхолина (г), хлорида ацетилхолина (д), йодида ацетилхолина (е).

Структуры молекул значительно отличаются друг от друга только межатомным расстоянием между атомами катиона и аниона. В соединениях холина расстояние от атома хлора, брома и йода до атома азота N8 составляет 3.5517 Å, 3.7306 Å и 4.0041 Å, а до атома кислорода O7 4.9568 Å, 5.1131 Å и 5.3266 Å, соответственно. В соединениях ацетилхолина расстояние от атома хлора, брома и йода до азота N2 составляет 3.5379 Å, 3.7146 Å и 3.9873 Å, соответственно. Расстояние от хлора, брома и йода (галогенов) до атомов кислорода O5 принимает значение 5.0186 Å, 5.1811 Å и 5.4103 Å, а до атома кислорода O7 – 5.9894 Å, 6.1165 Å и 6.2752 Å, соответственно.

Из полученных данных можно увидеть, что атом хлора расположен ближе, чем атомы брома и йода, к атомам азота и кислорода, а атом йода находится на большем межатомном расстоянии. Увеличение межатомного расстояния с ростом порядкового номера аниона связано с увеличением при этом ионного радиуса аниона.

В молекуле холина все атомы углерода, атом азота и атом кислорода имеют sp^3 гибридизацию, что подтверждается величиной межатомных расстояний и значениями валентных углов близких к $109,5^\circ$. В молекуле ацетилхолина атомы N2, C3, C4, C5, C8, C9, C10, C11 имеют sp^3 гибридизацию, а атомы C6 и O7 имеют sp^2 гибридизацию. Об этом свидетельствует наличие двойной связи, а также валентные углы близкие к 120° .

Все химические связи в ионе холина являются ковалентными, относятся к σ -связям. Также как и в ионе холина, все связи в ионе ацетилхолина являются ковалентными. Между галогенами и ионами холина или ацетилхолина химическая связь ионного типа. Катионы холин и ацетилхолин состоят из атомов азота, углерода, кислорода и водорода. Наиболее электроотрицательными являются атомы кислорода, наименее электроотрицательные - атомы водорода (табл. 1).

Таблица 1. Значения атомных зарядов в молекулах галогенидов холина и ацетилхолина

Атом	ChCl	ChBr	ChI	Атом	AChCl	AChBr	AChI
Cl, Br, I	-0,837 e	-0,801 e	-0,821 e	Cl, Br, I	-0,826 e	-0,788 e	-0,805 e
C2	0,025 e	0,027 e	0,028 e	N2	-0,362 e	-0,362 e	-0,364 e
C3	-0,07 e	-0,07 e	-0,067 e	C3	-0,085 e	-0,085 e	-0,08 e

C4	-0,194 e	-0,192 e	-0,184 e	C4	0,03 e	0,03 e	0,031 e
C5	-0,184 e	-0,184 e	-0,186 e	O5	-0,485 e	-0,485 e	-0,487 e
C6	-0,186 e	-0,184 e	-0,179 e	C6	0,554 e	0,554 e	0,554 e
O7	-0,547 e	-0,547 e	-0,546 e	O7	-0,405 e	-0,404 e	-0,401 e
N8	-0,359 e	-0,359 e	-0,362 e	C8	-0,383 e	-0,383 e	-0,384 e
H9	0,121 e	0,123 e	0,128 e	C9	-0,194 e	-0,193 e	-0,184 e
H10	0,155 e	0,15 e	0,151 e	C10	-0,186 e	-0,183 e	-0,177 e
H11	0,12 e	0,123 e	0,129 e	C11	-0,181 e	-0,181 e	-0,183 e
H12	0,207 e	0,191 e	0,176 e	H12	0,211 e	0,193 e	0,176 e
H13	0,142 e	0,144 e	0,15 e	H13	0,122 e	0,124 e	0,13 e
H14	0,219 e	0,202 e	0,184 e	H14	0,175 e	0,171 e	0,171 e
H15	0,123 e	0,125 e	0,131 e	H15	0,159 e	0,161 e	0,165 e
H16	0,135 e	0,136 e	0,139 e	H16	0,153 e	0,154 e	0,155 e
H17	0,138 e	0,139 e	0,141 e	H17	0,14 e	0,141 e	0,141 e
H18	0,184 e	0,185 e	0,188 e	H18	0,138 e	0,138 e	0,139 e
H19	0,224 e	0,208 e	0,199 e	H19	0,223 e	0,204 e	0,186 e
H20	0,132 e	0,134 e	0,14 e	H20	0,127 e	0,129 e	0,135 e
H21	0,126 e	0,128 e	0,134 e	H21	0,14 e	0,142 e	0,148 e
H22	0,324 e	0,324 e	0,327 e	H22	0,133 e	0,135 e	0,141 e
				H23	0,127 e	0,129 e	0,135 e
				H24	0,224 e	0,207 e	0,195 e
				H25	0,171 e	0,172 e	0,174 e
				H26	0,14 e	0,14 e	0,143 e
				H27	0,141 e	0,142 e	0,144 e

В соединениях галогенидов холина и ацетилхолина заряд анионов хлора, брома и йода, в силу электронейтральности, равен заряду катиона, но имеет противоположный знак. Тогда заряд катиона принимает значение в хлориде, бромиде и йодиде соответственно 0,837 |e|, 0,801 |e|, 0,821 |e| в соединении с холином и 0,826 |e|, 0,788 |e|, 0,805 |e| в соединении с ацетилхолином. С атомов водорода заряд на себя смещают атомы углерода и атом кислорода, за счет этого на атомах водорода возникает положительный заряд. Самый большой эффективный заряд из всех атомов водорода принимает атом H22, за счет того, что находится в гидроксильной группе OH. В соединениях холина атом углерода C2 имеет положительный эффективный заряд. Это происходит вследствие того, что атом кислорода стягивает с него заряд, так как является наиболее электроотрицательным. Несмотря на то, что связь C-C является неполярной, атом C2 электроннодефицитный и смещает часть электронов с атома C4 на себя, за счет чего на атоме C3 меньший заряд, чем на атомах C4, C5, C6.

Также как и в катионе холина, в катионе ацетилхолина с атомов водорода заряд на себя стягивают атомы углерода и атом кислорода, вследствие этого атом водорода приобретает избыточный положительный заряд. В обеих молекулах атом азота смещает на себя электронную плотность с атомов углерода, за счет чего на нем возникает избыточный отрицательный заряд. В молекуле ацетилхолина наибольшей электроотрицательностью обладают атомы кислорода. Атом O7 стягивает электроны с атома углерода C6, за счет чего на C6 появляется избыточный положительный заряд. Атом кислорода O5 смещает электронную плотность с атома углерода C4 и немного с атома C6. За счет чего атом C4 стягивает электроны с атома C3, поэтому у C3 меньший эффективный заряд, чем у атомов C9, C10 и C11. Атом C6 является наиболее электроннодефицитным вследствие чего стягивает часть заряда с атома углерода C8.

Результаты исследования:

– Молекулярная структура галогенидов холина и галогенидов ацетилхолина получена при помощи компьютерного моделирования. Межатомное расстояние катион-анион увеличивается с ростом порядкового номера галогена за счет увеличения его радиуса.

– Изучены электронные свойства галогенидов, в частности рассчитаны эффективные заряды атомов. В результате изучения атомных зарядов сделаны выводы о перераспределении электронной плотности между атомами в молекуле.

– Эффективные заряды и геометрические характеристики молекул в совокупности позволили определить сделать количественную оценку химической связи.

Литература и источники

1. Blusztajn JK Choline a vital amine. // Science, 1998. – С. 794–795.
 2. PubChem [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/187>. (Дата обращения: 05.03.2021)
 3. R.A. Sheldon, Green Chem, 2005. – 267 с.
 4. Sheldon, R. A.; Arends, I. W. C. E.; Hanefeld, U. Green Chemistry and Catalysis, 2007. – 448 с.
 5. R. Dovesi, V.R. Saunders, C. Roetti, R. Orlando, C.M. Zicovich-Wilson, F. Pascale, K. Doll, N.M. Harrison, B. Civalleri, I.J. Bush et al. CRYSTAL14 User's Manual, Universita' di Torino. – Torino, 2017. – 463 с.
 6. CRYSTAL – Basis Sets Library [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.crystal.unito.it/basis-sets.php>. (Дата обращения: 10.03.2021).
 7. J. Hjortås A Re-investigation of the Crystal Structure of Choline Chloride / J. Hjortås H. Sorum // Acta Cryst., 1971. – Вып. 27. – С. 132.
 8. M.E. Senko and D.H. Templeton. Unit cell of Choline Halides and structure of Choline Chloride // Acta Cryst., 1960. – № 13. – С. 281
- Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент Корабельников Д.В., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 544.225.2: 548.713.022.723

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИПОТЕТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ KGaSe_2 И KGaTe_2

Тарасова Е.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

katerina_tarasova_10072002@mail.ru

Причиной повышенного интереса к К-содержащим соединениям с химической формулой KMTe_2 (где $M=\text{V, Al, Ga, In}$) являются не только особенности химического состава и кристаллической структуры, но и электронной структуры, определяющей свойства и перспективы использования данных соединений, например, в качестве рабочих материалов для различных приборов и устройств нелинейной оптики. Использование щелочных металлов перспективно, поскольку известные экспериментальные работы и проведенный в них анализ оптических, тепловых и электрических свойств показали, что, например, Li-содержащие кристаллы LiMX_2 , в сравнении с их Ag-содержащими аналогами AgMX_2 , оказываются более перспективными и коммерческими материалами, так как они обладают более широкими величинами оптической ширины запрещенной зоны и проявляют малую анизотропию свойств даже под воздействием температуры и давления. Кристаллы KMTe_2 до сих пор не изучены ни с помощью экспериментальных методов, ни в рамках современных теоретических *ab-initio* методов, то есть относятся к категории гипотетических соединений.

Целью нашей работы является теоретическое исследование халькогенидов KGaSe_2 и KGaTe_2 в кристаллической структуре халькопирита, которая характерна для ряда их ближайших изоэлектронных аналогов, таких как LiMX_2 [1, 2].

Изучение электронной структуры кристаллов KGaSe_2 и KGaTe_2 проводилось на основе первопринципных вычислений в рамках теории функционала плотности, с использованием возможностей пакета прикладных программ CRYSTAL [3]. Зона Бриллюэна халькопирита содержит минимальную неприводимую часть, заключенную в области энергетического

пространства, охваченном точками высокой симметрии (Γ , T , N , P , I , T , H , C). Результаты расчетов зонной структуры кристаллов KGaSe_2 и KGaTe_2 приведены на рис.1 и 2.

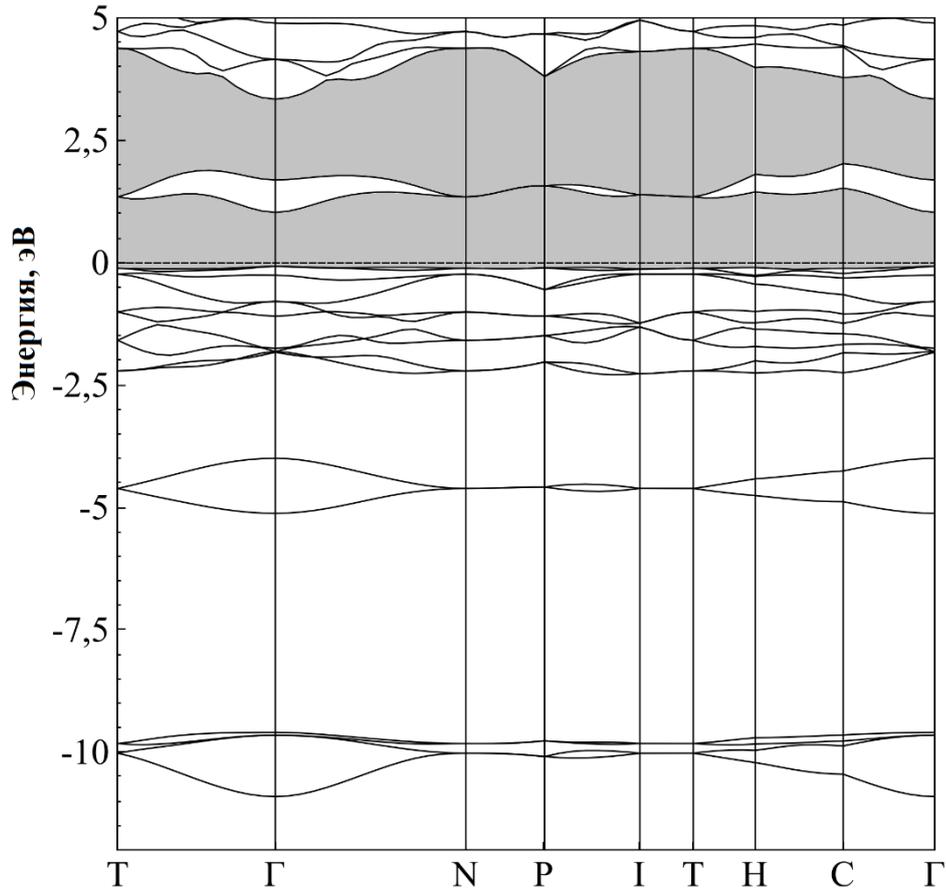


Рисунок 1. Зонная структура кристалла KGaSe_2

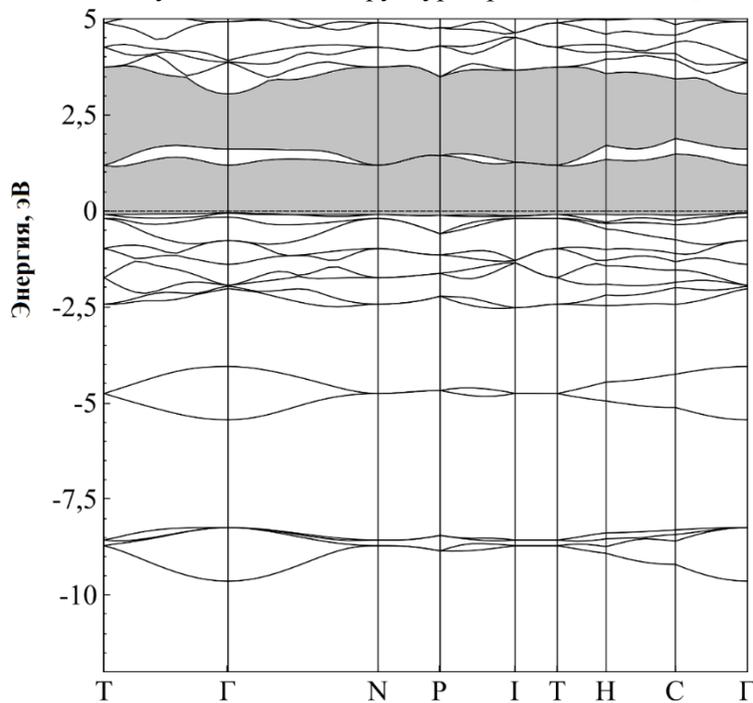


Рисунок 2. Зонная структура кристалла KGaTe_2 (в эВ)

Валентная зона обоих кристаллов состоит из трех разрешенных подзон энергии, разделенных запрещенными участками. Полная ширина валентной зоны определяется s- и p-состояниями анионов (Se, Te) и равна 11 эВ (KGaSe_2) и 10 эВ (KGaTe_2). Нижняя связка зон (из 4 энергетических уровней) содержит в основном s-состояния атомов Se и Te соответственно в кристаллах KGaSe_2 и KGaTe_2 . Вблизи -5 эВ расположены разрешенные подзоны из 2 энергетических уровней, состоящие в основном из s-состояний Ga. Верхняя подзона из 10 уровней энергии (от 0 до -2.5 эВ) содержит преимущественно p-состояния атомов Se и Te. Абсолютный максимум валентной зоны обоих кристаллов расположен в точке Г. Абсолютный минимум зоны проводимости расположен в точках Г(KGaSe_2) и Т(KGaTe_2), что характеризует их как прямозонный и не прямозонный кристаллы. Общей особенностью обоих кристаллов является наличие разрешенной связки зон s-типа в интервале от 1 до 2 эВ и почти одинаковая оптическая ширина запрещенной зоны около 1 эВ.

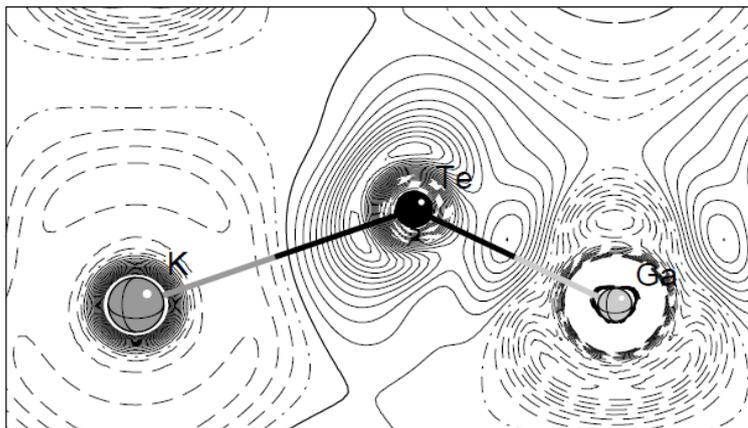


Рисунок 3. Распределение деформационной электронной плотности KGaTe_2

Химическая связь в кристаллах является ионно-ковалентной, кристалл образуют тетраэдры GaSe_4 и GaTe_2 , в которых взаимодействие между атомами имеет преимущественно ковалентный характер. Атомы калия заполняют пространство между этими тетраэдрами и обеспечивают электронейтральность всего кристалла. На рис.3 и 4 приведены карты распределения деформационной плотности кристаллов KGaTe_2 и KGaSe_2 , демонстрирующие распределение заряда валентных электронов в обоих соединениях. На связях Ga–Se (2.7801 Å) и Ga–Te (2.6281 Å) хорошо видны заряды, локализованные на них, которые определяют ковалентную составляющую химической связи.

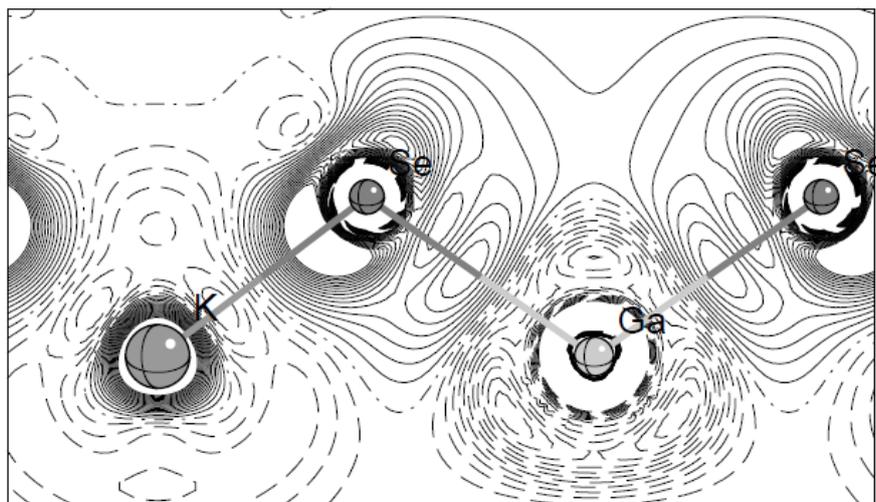


Рисунок 4. Распределение деформационной электронной плотности KGaSe_2

Вычисление упругих постоянных ($C_{11}=39$, $C_{12}=20$, $C_{13}=18$, $C_{33}=17$, $C_{44}=10$ и $C_{66}=6$ ГПа) для кристалла KGaTe_2 показало, что выполняются условия Борна для тетрагональных кристаллов. Модуль Юнга $E=20$ ГПа, модуль всестороннего сжатия $K=20$ ГПа и модуль сдвига $G=8$ ГПа имеют не очень большие значения. Коэффициент Пуассона кристалла KGaTe_2 $\nu=0.33$.

В результате расчетов для кристаллов KGaSe_2 и KGaTe_2 получены равновесные параметры кристаллической решетки $a - 6.1628$ и 7.4600 \AA , $c - 12.8403$ и 11.5064 \AA , их отношение (тетрагональное сжатие) $\gamma=2.08$ и 1.54 , а также координата аниона $u=0.22950$ и 0.34367 , определяющая его смещение, по сравнению с $u=0.25$. Видно, что кристалл KGaSe_2 является немного растянутым, а кристалл KGaTe_2 сильно сжатым вдоль тетрагональной оси относительно $\gamma=2.0$.

Литература и источники

1. Isaenko, L. Growth of new nonlinear crystals LiMX_2 ($M = \text{Al, In, Ga}$; $X = \text{S, Se, Te}$) for the mid-IR optics / L. Isaenko, I. Vasilyeva, A. Merkulov, A. Yelisseyev, S. Lobanov // J. Crystal Growth, 2005. – V. 275, № 1-2. – P. 217-223.
 2. Kosobutsky A.V., Basalaev Yu.M., Poplavnoi A. S. Lattice dynamics of chalcopyrite semiconductors LiAlTe_2 , LiGaTe_2 and LiInTe_2 // Phys. Stat. Sol. (b). – 2009. – V.246. – N2. – P.364-371.
 3. Dovesi R, Erba A, Orlando R, et al. Quantum-mechanical condensed matter simulations with CRYSTAL / R. Dovesi, A. Erba, R. Orlando, C.M. Zicovich-Wilson, B. Civalleri, L. Maschio, M. Rérat, S. Casassa, J. Baima, S. Salustro, B. Kirtman // Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science – 2018. – V. 8 – N 4 – P.1360(36).
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Басалаев Ю.М., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 544.225.2: 544.223: 548.713.022.723

ЭЛЕКТРОННЫЕ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА Be_2OS

Ткачев Е.М.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

egor_tkachev98@mail.ru

Твердые растворы $\text{BeO}_{1-x}\text{S}_x$, $\text{BeO}_{1-x}\text{Se}_x$, $\text{BeO}_{1-x}\text{Te}_x$ на основе бинарных соединений BeO , BeS , BeSe и BeTe позволяют плавно регулировать ширину запрещенной зоны за счет изменения концентрации x от 0 до 1 в пределах, определяемых шириной запрещенной зоны соответствующих бинарных соединений. Для твердых растворов при концентрации $x = 0.5$ и упорядоченном расположении анионов O, S, Se и Te в соответствующих подрешетках реализуется структура антихалькопирита [1-4].

Энергетическая зонная структура, дисперсия фононов и диэлектрическая функция бинарных соединений BeO и BeS исследовалась в работе [5]. Электронное строение, термодинамические и оптические характеристики сплавов $\text{BeO}_{1-x}\text{A}_x$ ($A = \text{S, Se, Te}$) с неупорядоченной структурой производной от структуры сфалерита были изучены в работе [5]. с помощью *ab initio* методов и кода WIEN2k.

Целью нашего исследования является изучение кристаллов $\text{BeO}_{0.5}\text{S}_{0.5}$ с упорядоченной структурой подобной структуре халькопирита ABC_2 , в которой катионные подрешетки A и B заняты анионами (соответственно O и S), а подрешетка аниона C заполнена катионами (Be). Такая структура называется структурой антихалькопирита (Be_2OS).

Все необходимые вычисления были выполнены с помощью кода CRYSTAL в рамках теории функционала плотности. Конфигурация валентных электронов составляла $2s^2$ для Be, $2s^2 2p^4$ для O, $3s^2 3p^4$ для S, $4s^2 4p^4$ для Se и $5s^2 5p^4$ для Te. Результаты расчетов энергетической зонной структуры, плотности состояний и карты распределения деформационной плотности

кристалла Be_2OS представлены на рис.1-3. Соединение является прямозонным, с шириной запрещенной зоны $E_g=4.97$ эВ, экстремумы валентной зоны и зоны проводимости расположены в точке Γ (центр зоны Бриллюэна).

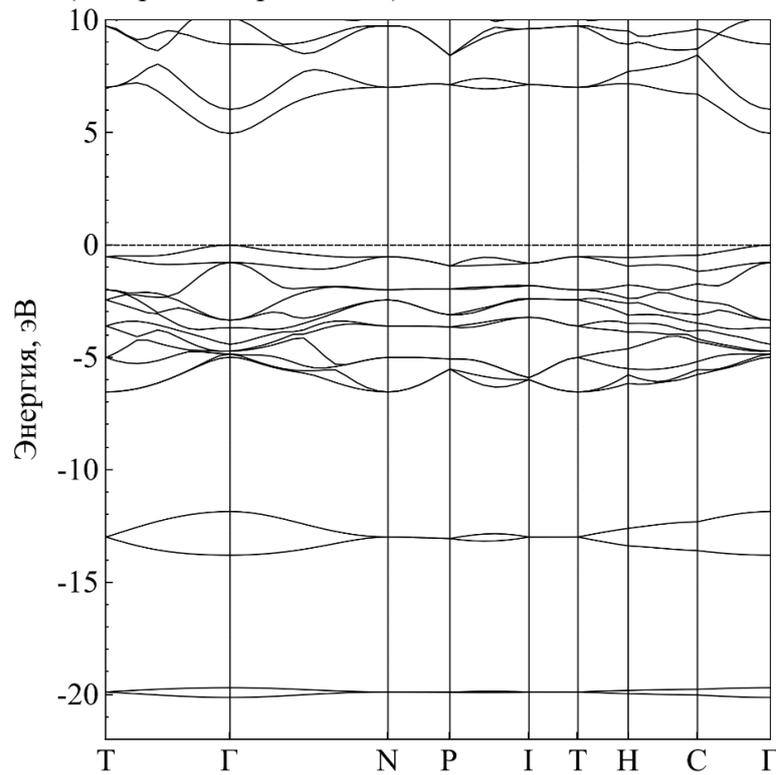


Рисунок 1. Зонная структура кристалла Be_2OS

Валентная зона кристалла Be_2OS содержит три разрешенные зоны, разделенные широкими запрещенными участками энергии, как в большинстве кристаллов со структурой халькопирита и антихалькопирита [1-4]. На глубине -20 эВ расположена s-зона кислорода, а в интервале от -12 до -14 эВ находится более широкая s-зона атомов серы. Область энергии между 0 и -7 эВ содержит вклады в основном p-состояний обоих анионов (O и S), а также s-состояний атомов Be.

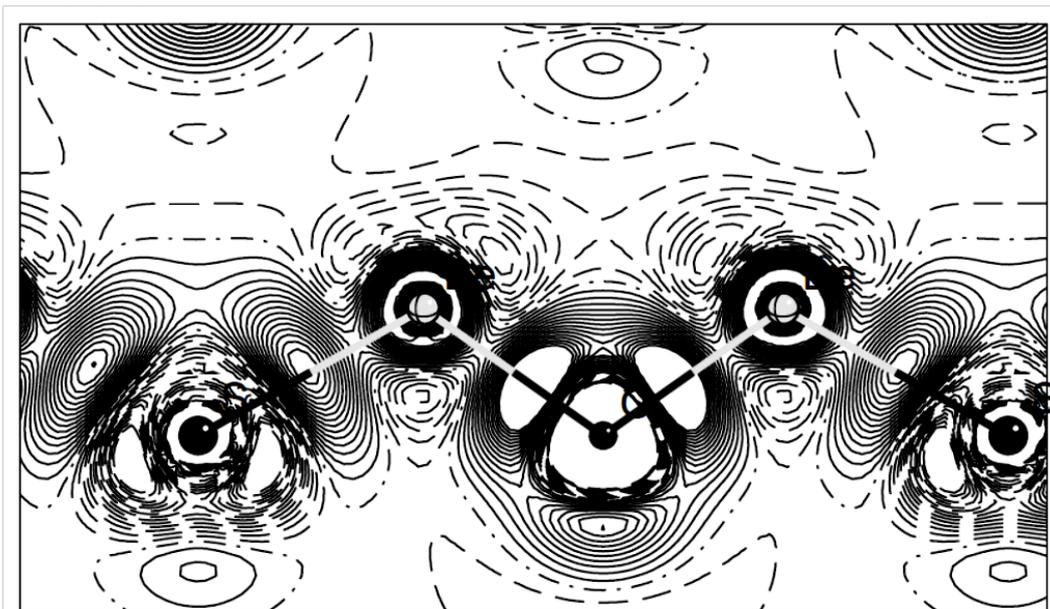


Рисунок 2. Карта распределения деформационной плотности кристалла Be_2OS

Анализ карты распределения показал, что связи Be–O (1.87 Å) и Be–S (2.19 Å) являются ионно-ковалентными с донорно-акцепторным механизмом образования.

Вычисленные упругие постоянные $C_{11}=284$, $C_{12}=109$, $C_{13}=103$, $C_{33}=325$, $C_{44}=174$, $C_{66}=172$, а также значения модулей Юнга $E=323$, сдвига $G=137$ и всестороннего сжатия $K=169$ (все в ГПа), отношения $K/G=1.23$, $G/K=0.81$ и величина коэффициента Пуассона $\nu=0.18$, характеризуют Be_2OS как прочный и твердый кристалл.

Литература и источники

1. Басалаев Ю.М. Особенности электронного строения кристаллов Ga_2AsSb //Изв. вузов. Физика. – 2010 – № 11, с. 95-96.
 2. Басалаев Ю. М. Новые алмазоподобные соединения со структурой антихалькопирита // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57, № 4. – С. 121-122.
 3. Басалаев Ю.М., Сидорова А. В. Электронные, колебательные и упругие свойства кристаллов Zn_2SeTe со структурой антихалькопирита // Известия вузов. Физика. – 2018. – Т.61, №8. – С.51-54.
 4. Басалаев Ю.М., Поплавной А.С. Электронное строение тройных алмазоподобных соединений со структурой халькопирита: монография. – Кемерово: ИНТ, 2009. – 226 с.
 5. Obeid M. M., Shukur M. M., Edrees S. J., Khenata R., Ghebouli M. A., Khandy S. A., Bouhemadou A., Jappor H. R., Wang X. Electronic band structure, thermodynamics and optical characteristics of $\text{BeO}_{1-x}\text{A}_x$ (A=S, Se, Te) alloys: Insights from ab initio study // Chemical Physics.– 2019. – V.526, N10. – P.110414.
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Басалаев Ю.М., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 544.225.2

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ И ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В $\alpha\text{-AgSCN}$

Хохлов Г.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

gkh95@bk.ru

Простейшие ионно-молекулярные кристаллы, содержащие сферический металлический катион и линейный трехатомный анион – азиды (MN_3), изоцианаты (MOCN), фульминаты (MCNO), тиоцианаты (MSCN) привлекают исследователей своими оригинальными физическими и физико-химическими свойствами. Многие из них имеют сходные кристаллические структуры и вместе с тем проявляют совершенно различные физические и физико-химические свойства.

Настоящее исследование посвящено теоретическому изучению электронной структуры и химической связи альфа фазы тиоцианата серебра. Для реализации этого исследования был проведен расчет структурных параметров, зонной структуры, плотности электронных состояний, а также были построены карты распределения электронной плотности. Для более детального исследования химической связи были использованы методики анализа СООР (crystal orbital overlap population) и СОНР (Crystal Orbital Hamilton Population) определяющие порядок и силу связи.

Исследования производились с помощью программного кода Crystal17 [2, 3]. В качестве основного приближения использовалась теория функционала плотности (DFT) в приближении ЛКАО с использованием гибридного обменно-корреляционного функционала B3LYP. Интегрирование в прямом пространстве проводилось на радиальной сетке (75,974), включающей 75 радиальных точек и максимально 974 угловые точки в области химической связи, а интегрирование по зоне Бриллюэна производилась с использованием сетки $16 \times 16 \times 16$.

Проведенный анализ зонной структуры (рис. 1) показал, что кристалл α -AgSCN является не прямозонным, вершина валентной зоны реализуется в точке М (конкурирующая точка Y, $\Delta E(M-Y)=0.247$ эВ), дно зоны проводимости реализуется в Г. Ширина запрещенной составляет $E_g(M-\Gamma)=3.997$ эВ, $E_g(M-Y)=4.724$, $E_g(\Gamma-\Gamma)=4.356$, $E_g(Y-Y)=4.787$. Ширина всей валентной зоны равна 19.425 эВ. Анализ зонной структуры (рис. 1.), полных (DOS) и парциальных (PDOS) электронных плотностей показывает, что вся валентная зона состоит из четырех связок зон.

Четвертая и третья связки состоят из 4 зон каждая, являются узкими и почти бездисперсными, расположены в области -25 и -21 эВ соответственно. Четвертая связка сформирована преимущественно из s- с незначительным вкладом p- состояний углерода и азота, третья s-состояниями серы и p-состояниями углерода, с незначительным вкладом s-состояний углерода и азота. Ширина этих связок составляет 0.247 эВ и 0.166 эВ. Электроны четвертой связки зон вносят существенный вклад в образование связи C-N в анионе, вычисленные значения интегралов COOP(IV) и CONP (IV) (таблица 1) для этой связки зон составляют ~43 и 93 % от общего вклада интегралов перекрытия I(COOP(C-N)). На картах распределения электронной плотности (рис. 2 а) на линии связи C-N по центру виден максимум электронной плотности, электроны этой связки зон формируют связь σ -типа.

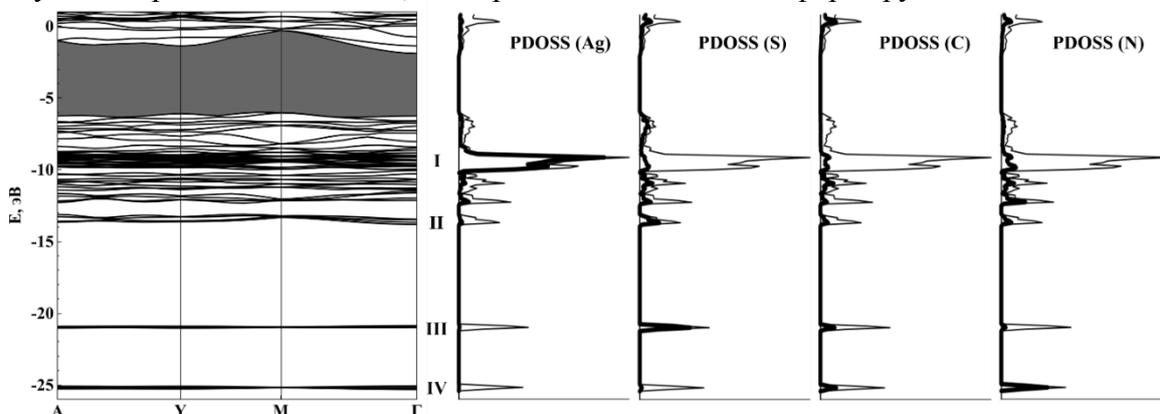


Рисунок 1. Зонная структура и плотности состояний α -AgSCN

Электроны третьей связки зон участвуют в образовании связи S-C, вклад COOP(III) и CONP(III) для нее составляет 64% и ~92 % от общего значения I(COOP(S-C)) и I(CONP(S-C)). На картах распределения электронной плотности (рис. 2 б) можно наблюдать максимум электронной плотности на линии связи S-C, так что электроны этой связки образуют связь σ -типа.

Вклад в образование второй связки зон от отдельных состояний атомов тиоционата довольно сложен. Основной вклад в ее формирование вносят s, p-состояниями всего тиоционат-аниона и p-состояниями серы и азота, ее ширина составляет 0.76 эВ. Электроны этой связки дают незначительный вклад (см. таблицу 1) в связь S-C и формируют разрыхляющие орбитали для связи C-N (см. рис. 2 в).

Первая связка в основном сформирована d-состояниями серебра. В области от -5.8 до -8.2 эВ и от -10.1 до -12.4 эВ в первую связку зон вносят значительный вклад p-состояния всего тиоционат-аниона. Также в области от -5.8 до -8.2 эВ в незначительной степени вносят вклад s-состояния азота. Ширина данной зоны составляет 6.475 эВ. Электроны этой связки вносят существенный вклад в образование связи C-N в анионе (таблица 1), на картах электронной плотности по центру этой связи расположен максимум электронной плотности (рис. 2 г). Карты распределения электронной плотности и значения интегралов COOP и CONP говорят о малом перекрытии p-состояний серы и углерода в этой связке зон.

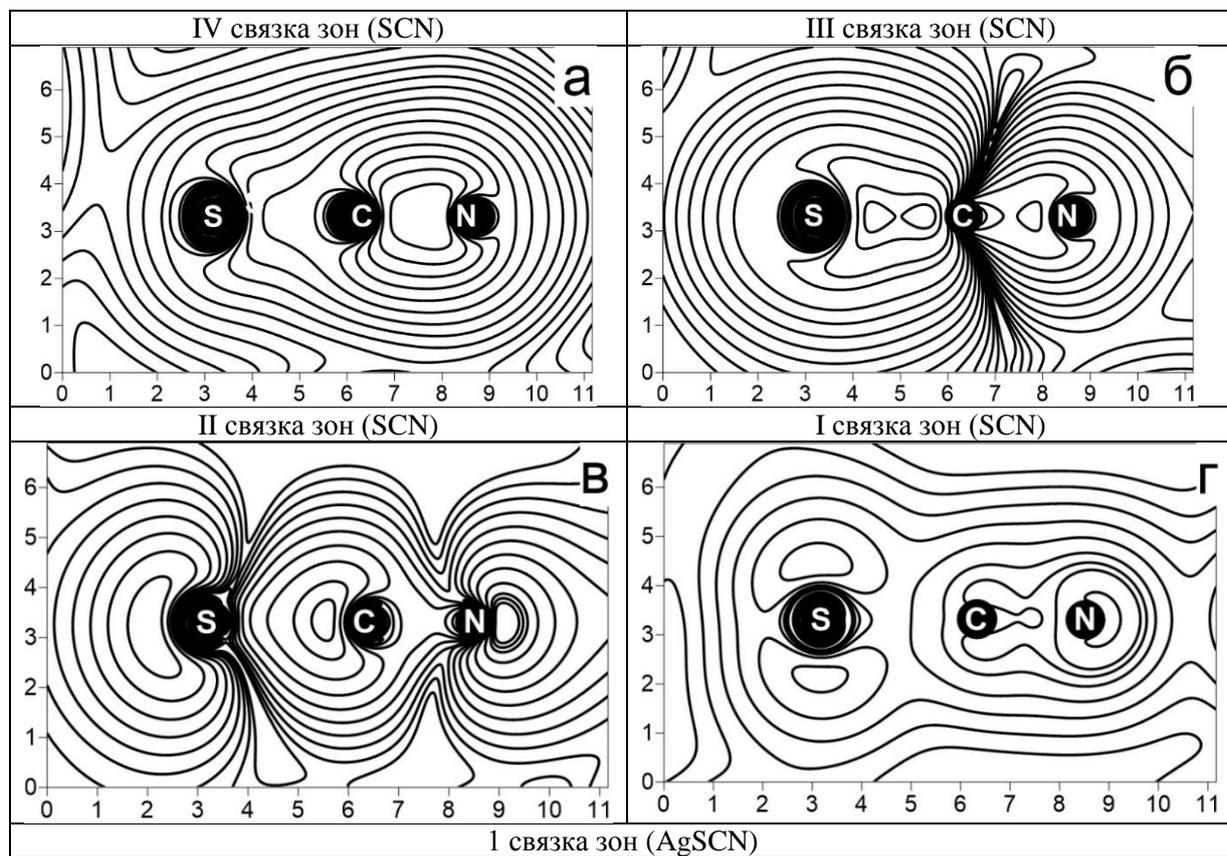
Несмотря на существенный вклад d-состояний серебра в плотность состояний, они являются сильно локализованными, значение интегралов COOP и CONP для связи Ag-S малы.

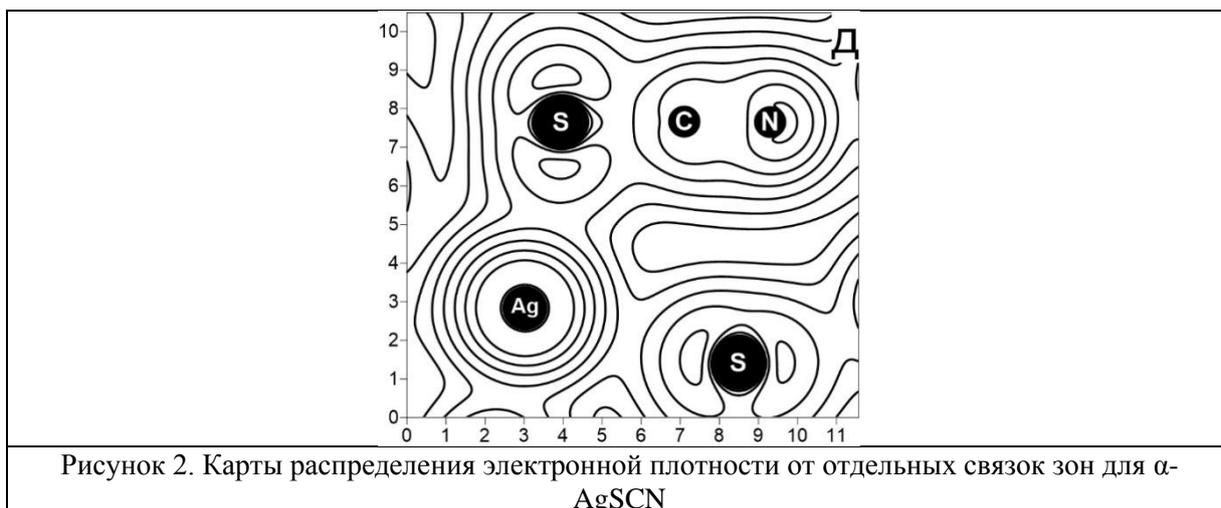
На картах электронной плотности на линии связи Ag-S наблюдается минимум электронной плотности (рис. 2 д), это свидетельствует о незначительной ковалентной составляющей для связи анион-катион.

Таким образом, на основании значений интегралов COOP и COHP можно утверждать, что между анионом и катионом реализуется преимущественно ионная связь, в анионе – ковалентная.

Таблица 1. Значения интегралов COOP и COHP от отдельных связок зон и от всей валентной зоны α -AgSCN

Связь	Номер связки				Для валентной зоны
	IV	III	II	I	
	COOP				ICOOP
Ag-S	-0.00013	0.00761	0.01621	0.06202	0.08571
S-C	0.02014	0.21926	0.03906	0.06195	0.34041
C-N	0.24209	-0.02063	-0.04866	0.39005	0.56285
	COHP				ICOHP
Ag-S	0.00018	-0.00523	-0.0083	0.03136	0.01801
S-C	-0.01066	-0.2326	0.00909	-0.01955	-0.25372
C-N	-0.19697	0.00978	0.06548	-0.24355	-0.36526





Литература и источники

1. R. Dovesi, A. Erba, R. Orlando, C. M. Zicovich-Wilson, B. Civalleri, L. Maschio, M. Rerat, S. Casassa, J. Baima, S. Salustro, B. Kirtman. WIREs Comput Mol Sci. 8, e1360 (2018)
 2. R. Dovesi, V. R. Saunders, C. Roetti, R. Orlando, C. M. Zicovich-Wilson, F. Pascale, B. Civalleri, K. Doll, N. M. Harrison, I. J. Bush, P. D'Arco, M. Llunell, M. Causà, Y. Noël, L. Maschio, A. Erba, M. Rerat and S. Casassa. CRYSTAL17 User's Manual (University of Torino, Torino, 2017).
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Кравченко Н.Г., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА

УДК 372.853

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ «ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ» ДЛЯ ВНЕУЧРОНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Батина Ю.С.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

batina99@mail.ru

В работе рассматриваются вопросы развития и виды внеурочной деятельности по физике, а также показана важность физического эксперимента для учащихся основной школы. Разработан лабораторный практикум (лабораторные работы) для внеурочной деятельности по разделам «Механические колебания», «Динамика». Лабораторный практикум можно применять как при дистанционном формате обучения в виде режима демонстраций, так и проделывая их самостоятельно.

Физика является экспериментальной наукой, которая занимается изучением природы, свойств, законов движения и законов взаимодействия окружающих нас объектов материального мира. Под экспериментом понимают опыт, т. е. наблюдение исследуемого явления в учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом и воссоздавать каждый раз при повторении тех же условий. Физический эксперимент играет важную роль в современном образовании, так как именно с помощью экспериментов можно найти законы явлений, а также построить теории этих явлений.

Введение внеурочной деятельности стало обязательным элементом в каждой школе, в том числе и по физике. *Под внеурочной деятельностью* понимают систематические занятия с учащимися во внеурочное время. Федеральный государственный стандарт образования (ФГОС) рассматривает внеурочную деятельность как полноправную часть образовательного процесса наряду с обязательным учебным планом. Такой вид работы есть один из видов решения проблемы о повышении интереса к изучению школьного курса физики у учащихся, а экспериментальные работы, входящие в этот вид деятельности, сделают его увлекательным и полезным. Поэтому исследования в области разработки лабораторного практикума «Занимательные опыты по физике» для внеурочной деятельности учащихся основной школы являются актуальными.

При выполнении работы возникли такие задачи как изучение видов внеурочной деятельности по физике в основной школе, также сама разработка лабораторных работ для внеурочной деятельности по разделам «Механические колебания», «Динамика» и апробация лабораторных работ на учащихся основной школы с целью проявления у них интереса к физике и выполнению лабораторных работ в домашних условиях, а также при дистанционном формате обучения.

Методика организации лабораторных работ в школе

Лабораторная работа – основной вид учебных занятий, направленный на экспериментальное подтверждение теоретических положений. Выполнение лабораторных работ необходимо для обобщения, систематизации, углубления теоретических знаний по определенным темам учебной дисциплины, а также для формирования навыков применять полученные знания в практической деятельности, развития аналитических, проектировочных умений, творческой инициативы. Учебные дисциплины, по которым проводятся лабораторные занятия и их объемы, определяются рабочим учебным планом по специальности. Лабораторные занятия должны проводиться в специально оборудованных лабораториях, где выполняются лабораторные работы (задания).

Перед выполнением лабораторного задания (работы) проводится проверка знаний учащихся – их теоретической готовности к выполнению задания. В обязательном порядке преподавателем проводится инструктаж. Лабораторные работы включают в себя: наименование работы, цель работы, оборудование для проведения эксперимента, а также описание установки (рабочего места учащегося), пояснения к работе, задания, содержание отчета о проделанной работе, контрольные вопросы. После выполнения лабораторной работы учащиеся оформляют результаты в виде отчета.

Наименование лабораторной работы берется из рабочей программы дисциплины. Цель работы определяется из требований к умениям учащихся применять полученные знания на практике. Знания должны соответствовать требованиям ФГОС на уровне выпускника [1].

В пояснениях к работе содержатся основные краткие теоретические сведения по предлагаемой учащимся лабораторной работе на основе минимума содержания по заданному разделу дисциплины. Краткие теоретические сведения сопровождаются с комментариями к формулам, с поясняющими схемами, таблицами, рисунками, различными числовыми примерами и т.д. [1]

Для организации внеурочной деятельности в дистанционном формате необходимо воспользоваться современными технологиями, научить школьников применять их для своего развития, получения востребованных знаний и умений, заинтересовать открывать новое и полезное для них. Это является одной из основных задач дистанционного формата обучения. Главной задачей считается сделать внеурочную деятельность интересной, яркой для учащихся, предоставить возможности для их непрерывного развития. Это касается любой дисциплины [2].

При проведении лабораторных работ по физике в дистанционном формате расширяются их цели и задачи. Среди них можно выделить умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации (*пример личностных результатов*), умение обрабатывать результаты измерений и находить связь между физическими величинами (*пример предметных результатов*), умение анализировать и представлять информацию в различных видах (*пример метапредметных результатов*) и т.д.

Примеры лабораторных работ

Лабораторная работа №1.

«Изучение зависимости периода колебаний нитяного и пружинного маятников»

Цель работы: Определить периоды колебаний нитяного и пружинного маятников; изучить, как меняются периоды колебаний маятников при уменьшении длины нити и пружины.

Оборудование: шарик на нити, шарик на упругой нити (в качестве пружины), секундомер, линейка.

В этой работе исследуются колебания нитяного и пружинного маятников, а также изучаются различные виды маятников. К экспериментальным заданиям относятся расчет коэффициента упругости k и периода колебаний T пружины (упругой нити) при вертикальном положении, а также расчет периода колебаний T нитяного маятника и нахождение такой длины нити l и такой жесткости пружины (упругой нити) k при которых период колебаний нитяного маятника T будет совпадать с периодом колебания T пружинного маятника. По окончании работы необходимо построить графики зависимости $T(\sqrt{l})$ и $T(\sqrt{m})$, сделать выводы и ответить на контрольные вопросы.

Лабораторная работа №2.

«Расчет момента инерции круглых тел разной массы при вращении по сферической поверхности»

Цель работы: Рассчитать момент инерции круглых тел разной массы; определить период вращения этих тел.

Оборудование: шарики разной массы (3 шт.), тарелка с пологими краями, секундомер, линейка, весы.



Рисунок 1. Момент инерции шара

Здесь рассматриваются такие понятия как «инерция», «момент инерции», законы Ньютона.

В задание к работе необходимо рассчитать моменты инерции шариков разными массами m , вращая их на тарелке с пологими краями по отдельности, определить их периоды вращения по тарелке. По окончании работы формулируются выводы и ответы на контрольные вопросы.

Лабораторная работа №3.

«Изучение периода колебаний плавающего тела»

Цель работы: Изучить период колебаний плавающего в жидкости тела с разными массами; рассчитать теоретический и экспериментальный периоды колебаний.

Оборудование: емкость с водой, герметичная шариковая ручка (или цилиндр), дополнительные грузы.

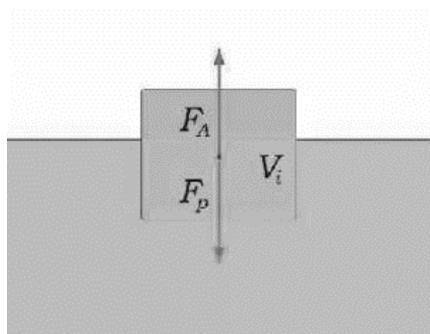


Рисунок 2. Тело на поверхности воды, погруженное на высоту h

В работе исследуются закон Архимеда и условия плавания тел. Экспериментальным путем необходимо определить теоретически и экспериментально периоды колебаний плавающего в воде тела (герметичной ручки или цилиндра), постепенно добавляя в нее дополнительные грузы для увеличения массы. По данным эксперимента построить график зависимости $T(\sqrt{m})$. По проделанной работе сделать выводы и ответить на контрольные вопросы.

В ходе проделанной работы разработаны лабораторные работы для внеурочной деятельности на тему «Механические колебания», следующие из которых: Лабораторная работа №1 «Изучение зависимости периода колебаний нитяного и пружинного маятников»; Лабораторная работа №2 «Расчет момента инерции круглых тел разной массы при вращении по сферической поверхности»; Лабораторная работа №3 «Изучение периода колебаний плавающего тела».

Литература и источники

1. Организация обучения физике в рамках ФГОС основного общего образования [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://kopilkaurokov.ru/fizika/meropriyatia/organizatsiia-vnieurochnoi-raboty-po-fizikie-v-osnovnoi-shkolie> [1] (Дата обращения: 07.04.2021).
2. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://infourok.ru/metodicheskie-rekomendacii-dlya-provedeniya-laboratornih-rabot-577560.html> [2] (Дата обращения: 10.04.2021).
3. Буров В. А. Фронтальные Экспериментальные задания по физике 8 класс: пособие для учителей / В. А. Буров, С. Ф. Кабанов, В. И. Свиридов. М.: Просвещение, 1985.
Научный руководитель – к.х.н., доцент Дягилев Д.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 538.971

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЫ В МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ

Волков В.Д.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

volkov97xx@gmail.com

Кристаллы LiNbO_3 находят широкое применение в интегральной оптике благодаря своим электрооптическим, пьезоэлектрическим, нелинейно-оптическим свойствам, а также высокой температуре Кюри [1]. При этом часто требуется наличие на поверхности кристалла LiNbO_3 слоя с повышенным показателем преломления, обеспечивающим волноводное распространение электромагнитного излучения. Одним из наиболее эффективных способов изготовления подобного слоя является метод ионного обмена, использованный в данной работе. Для реализации данного метода кристалл был погружен в кислотный электролит в виде расплава - стеариновую кислоту, которая играет роль источника протонов для ионного обмена. Кроме того, в кислоту было добавлено небольшое количество специально подобранной буферной соли для регулирования скорости замещения $\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Li}^+$, а также повышения однородности и стабильности оптических параметров в модифицированных приповерхностных слоях.

Обработка исходных пластин монокристаллов LiNbO_3 в рабочем расплаве проводилась в герметичном реакторе при заданных температуре и времени. Для получения различной концентрации протонов в серии образцов варьировалось также содержание буферной соли в расплаве. В результате были получены гомогенные твердые растворы и слоистые системы типа $\text{Li}_{1-x}\text{H}_x\text{NbO}_3$, где x - концентрация протонов, которая напрямую влияет на сформированную в системе фазу [2].

Для идентификации кристаллической фазы модифицированного приповерхностного слоя была использована ИК-спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО), преимуществом которой является относительно низкая глубина проникновения тестирующего инфракрасного луча в материал, благодаря чему можно получить ИК-спектр части модифицированной области кристалла вблизи границы с покровной средой (рис.1).

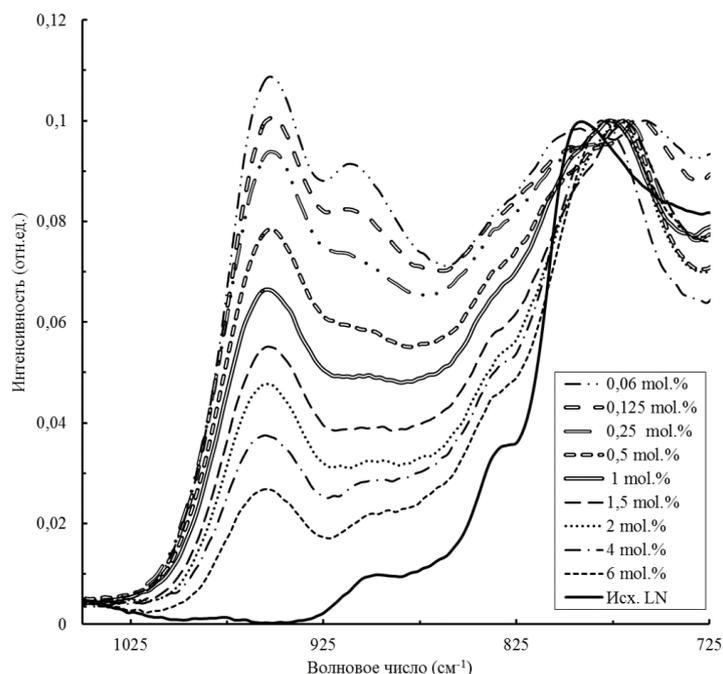


Рисунок 1. Спектры ИК-НПВО кристаллов LiNbO_3 с различной концентрацией буферной соли

На основе измеренных спектров НПВО были построены зависимости положения максимумов спектральных полос, а также зависимости линейной интенсивности с выборкой по частоте в этих спектрах, от концентрации буферной соли (рис. 2).

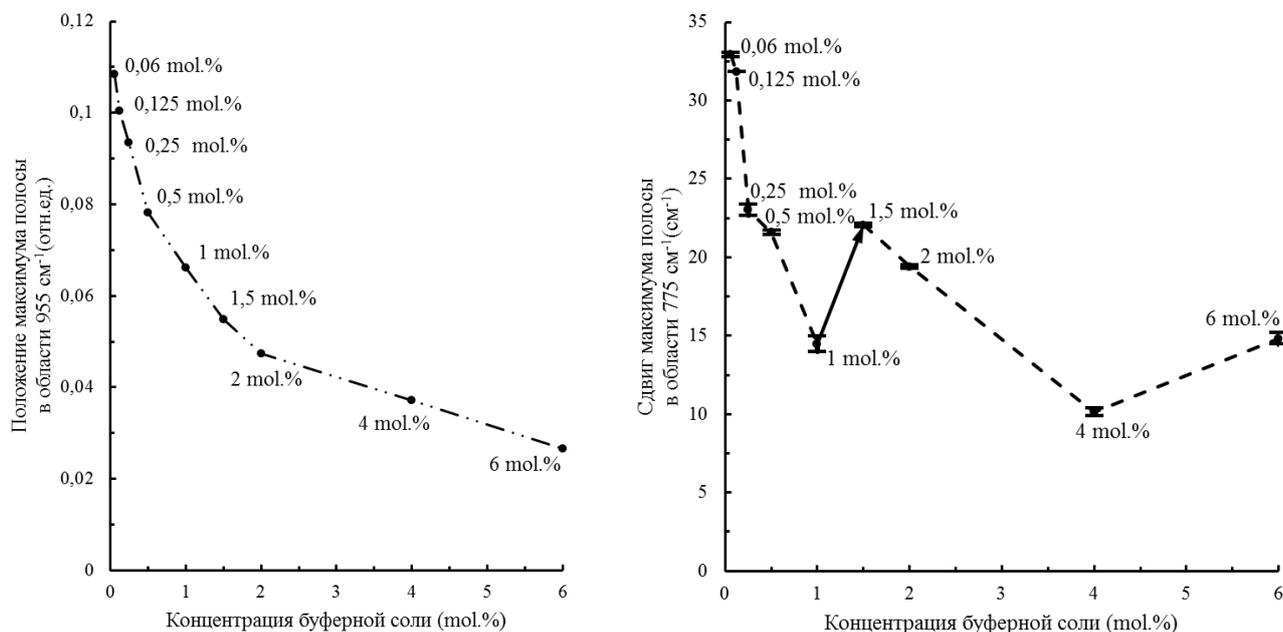


Рисунок 2. Качественные графики зависимости уменьшения положения максимума по шкале интенсивности в области 955 см^{-1} спектра (слева) и сдвиг максимума по шкале волнового числа в области 775 см^{-1} (справа) от концентрации буферной соли

Как видно из рис.1,2 зависимость интенсивности в полосе ИК-НПВО при максимуме вблизи 955 см^{-1} (т.е. - частоты либрационной моды О-Н колебания в деформированной решетке LiNbO_3), обнаруживает монотонный рост с уменьшением концентрации буферной соли, и указывает на быстрое увеличение концентрации протонов в модифицированном слое

(в процессе замещения $H^+ \leftrightarrow Li^+$) по мере перехода к “жестким” режимам ионного обмена. Аналогичные выводы были сделаны и по данным спектров ИК-поглощения, а также зеркального ИК-отражения в полосе частот валентных колебаний ОН-групп ($3400-3600\text{ см}^{-1}$) [2]. В то же время, исходя из оценки величин сдвигов максимума полосы ИК-НПВО вблизи 775 см^{-1} (т.е. - в пределах полосы частот внутренних колебаний NbO_6 - октаэдра) можно сделать вывод о наличии структурного фазового перехода от кристаллической α -фазы к β -фазе в образцах, полученных с уменьшением концентрации буферной соли к значению ~ 1 моль.% в ионообменном расплаве. Такие переходы в $Li_{1-x}H_xNbO_3$ происходят с ростом степени замещения в подрешетке лития и сопровождаются появлением упругих напряжений решетки с последующим скачкообразным изменением величин компонент тензора деформаций и показателей преломления для ионообменных слоев [1]. Обнаружение этих закономерностей в спектрах ИК-НПВО позволяет более точно регулировать параметры ионообменных режимов при изготовлении кристаллов $LiNbO_3$ химически модифицированных в приповерхностном слое.

Литература и источники

1. Korkishko, Yu. N. Ion exchange in single crystals for integrated optics and optoelectronics / Yu. N. Korkishko, V. A. Fedorov. – М.: Cambridge International Science Publishing, UK, 1999. – 520 p.
 2. Phase composition of channel proton-exchanged waveguides in different near-congruent $LiNbO_3$ / S.M. Kostritskii, Korkishko, Y.N. Fedorov, V.A. Sevostyanov, O.G. Chirkova, I.M. Kokanyan, E. Aillerie. // *Ferroelectrics, Letters Section*. Volume 47, Issue 1-3, 24 January 2020. – P. 9-15
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Севостьянов О.Г., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 620.3

ВЛИЯНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ХЛОРА НА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕТОК ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Волков Д.М., Вершинина А.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Кафедра общей и экспериментальной физики

ter212@mail.ru, annaver89@mail.ru

Углеродные нанотрубки (УНТ) благодаря своим уникальным свойствам имеют широкое применение во многих областях. В работах [1 - 3] описывается создание датчиков для мониторинга показателей здоровья человека. Помимо использования в сфере медицины данные устройства также применяют для определения различных деформаций исследуемого объекта (скручивание, растяжения, сжатия, сдвиг, надавливание), измерения веса (определение силы воздействия) [4,5], измерение температуры на месте локализации датчика [6]. Основной упор в данных работах делается на электромеханические свойства сеток углеродных нанотрубок. Для описания чувствительности материала к деформации используют калибровочный коэффициент (GF) или коэффициент тизочувствительности материала. 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.

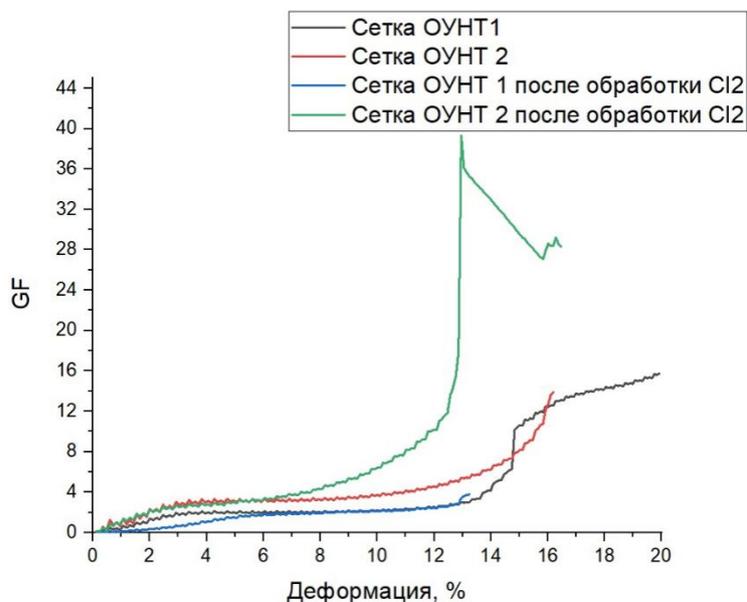


Рисунок 3. GF обработанных и необработанных сеток

В данной работе проводилось исследование GF как чистых сеток из однослойных углеродных нанотрубок (ОУНТ), так и обработанных в газообразном Cl_2 . Образцы сеток ОУНТ синтезировались аэрозольным CVD-методом [7,8] и представляют собой нанотрубки с хаотичной ориентацией и длиной пучков 20-40 мкм, средним диаметром нанотрубок ~ 2 нм, с пропусканием 70 % (при 550 нм). Газообразный хлор получали из реакции: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$. Время обработки сеток ОУНТ составляло 30 минут. Далее сетки размером 5x15 мм закреплялись в специальном держателе с помощью токопроводящей краски вместе с контактами и происходила регистрация GF, со скоростью растяжения 1 мм/мин.

Из графика видно, что в области деформации до 5% как у чистых сеток ОУНТ, так и у обработанных Cl_2 , GF не превышает $\sim 2-3$. Далее, с увеличением деформации растет GF у всех образцов. Максимальные значения GF у необработанных сеток ОУНТ составляют $\sim 14-16$ при деформациях 16% и 20 % соответственно. У сеток ОУНТ после обработки газообразным Cl_2 максимальный GF у одного образца составляет ~ 4 при деформации 13 %, а у другого образца наблюдается резкий рост GF до 39 при деформации 13%. Такой резкий скачок GF вероятно связан с тем, что при последующей деформации сетки, происходит ее постепенный и неравномерный разрыв, но контакт все еще сохраняется. Как показано в работах [9,10] обработка сеток ОУНТ газообразным хлором способствует функционализации нанотрубок и уменьшает их электрическое сопротивление соответственно. В данной работе измерение электрического сопротивления осуществлялось двухконтактным методом с помощью аппаратно-программного комплекса NI ELVIS II.

Таблица 1. Электрическое сопротивление сеток ОУНТ до и после обработки Cl_2

Условия	$R_{\text{исх}}, \text{ Ом}$
Сетки ОУНТ без обработки	204
Сетки ОУНТ после обработки Cl_2	133

Из таблицы видно, что обработка газообразным хлором уменьшает сопротивление сеток ОУНТ в среднем в 1,5 раза.

В данной работе показано, что обработка сеток ОУНТ в газообразном Cl_2 уменьшает электрическое сопротивление и GF при относительно небольшой (до 6%) деформации. Сама

деформация сетки может происходить неравномерно, что может вносить вклад в GF при максимальной деформации. Для устранения неравномерности деформации сетки необходимо применять эластичные, полимерные подложки, например, полидиметилсилоксан (ПДМС) [11]. *Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 18-29-19169) и Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FZSR-2020-0007 в рамках государственного задания № 075-03-2020-097/1)*

Литература и источники

1. Junsong Hu. Nano Carbon Black-Based High Performance Wearable Pressure Sensors / Junsong Hu, Junsheng Yu, Ying Li, Xiaoqing Liao, Xingwu Yan, Lu Li // *Nanomaterials*, 2020, 10, 664;
 2. M. Amjadi. Ultra-stretchable and skin-mountable strain sensors using carbon nanotubes–Ecoflex nanocomposites / M. Amjadi, Y. J. Yoon, I. Park // *Nanotechnology*, 26, 2015, 375501.
 3. S. Wu. Stretchable strain sensors based on PDMS composites with cellulose sponges containing one- and two-dimensional nanocarbons / S. Wu, S. Peng, C. H. Wang // *Sensors and Actuators: A. Physical*, 2018;
 4. Z. He. Highly Stretchable Multi-Walled Carbon Nanotube/Thermoplastic Polyurethane Composite Fibers for Ultrasensitive, Wearable Strain Sensors, Electronic Supplementary Material (ESI) for Nanoscale / Z. He, G. Zhou, J.-H. Byun, S.-K. Lee, M.-K. Um, B. Park, T. Kim, S. B. Lee, T.-W. Chou // *The Royal Society of Chemistry*, 2019;
 5. Z. He. Highly stretchable multi-walled carbon nanotube, thermoplastic polyurethane composite fibers for ultrasensitive, wearable strain sensors / Z. He, G. Zhou, J.-H. Byun, S.-K. Lee, M.-K. Um, B. Park, T. Kim, S. B. Lee, T.-W. Chou // *The Royal Society of Chemistry*, 2019;
 6. R. Ramalingame. MWCNT-PDMS Nanocomposite based Flexible Multifunctional Sensor for Health Monitoring / R. Ramalingame, N. Udhayakumar, R. Torres, I. T. Neckel, C. Müller, O. Kanoun // *Procedia Engineering*, 168, (2016), 1775 – 1778.
 7. Moisala. Single-walled carbon nanotube synthesis using ferrocene and iron pentacarbonyl in a laminar flow reactor / Moisala, A.G. Nasibulin, D.P. Brown, H. Jiang, L. Khriachtchev, E.I. Kauppinen // *Chem. Eng. Sci.*, 61, (2006), 4393–4402.
 8. Moisala. On-line detection of single-walled carbon nanotube formation during aerosol synthesis methods / Moisala, A.G. Nasibulin, S.D. Shandakov, H. Jiang, E.I. Kauppinen // *Carbon*, 43, (2005), 2066–2074
 9. Вершинина, А.И. Влияние функционализации сеток УНТ в газовой среде Cl₂, NO₂, O₃ на их электрические свойства / А.И. Вершинина, М.В. Ломакин, Д.М. Руссаков, И.М. Чиркова, Н.С. Звиденцова, Ю.С. Попов, С.Д. Шандаков // *Известия высших учебных заведений. Физика.* — 2018 г. - Т.61. №6. - С. 164-166
 10. Ломакин, М.В., Обработка углеродных нанотрубок в газовой среде для улучшения характеристик электродов суперконденсаторов / М.В. Ломакин, А.И. Вершинина, С.Д. Шандаков // *Известия высших учебных заведений. Физика.* — 2017 г. - Т.60, №5. - С. 157-158.
 11. E. P. Gilshteyn. Mechanically Tunable Single-Walled Carbon Nanotube Films as a Universal Material for Transparent and Stretchable Electronics / E. P. Gilshteyn, S. A. Romanov, D. S. Kopylova, G. V. Savostyanov, A. S. Anisimov, O. E. Glukhova, A. G. Nasibulina // *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2019, 11 (30). P. 27327–27334.
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., Шандаков С.Д., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 620.3

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ГРАФЕНА НА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Гордая О.Р., Вершинина А.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Углеродные нанотрубки (УНТ) и графен находят широкое применение в различных прикладных областях ввиду их перспективных электрических, механических и других уникальных характеристик [1]. Но при этом, предполагается, что гибридные материалы, имеющие в качестве составляющих как УНТ, так и графен способны продемонстрировать синергетический эффект [2-5]. Особенно это касается электрических свойств, все дело в том, что электрическая проводимость сеток УНТ значительно зависит от контактного сопротивления между УНТ. Ожидается, что внедрение графена на поверхность сеток УНТ способно благоприятно влиять на проводимость, благодаря возникновению обширной площади π - π -взаимодействия между углеродными наноматериалами. Подобные гибридные материалы могут быть использованы в качестве сверхупругих нанокомпозитов, сверхлегких аэрогелей, материалов для электрохимического накопления энергии, высокоэффективных источников электронной эмиссии, электрических микронагревателей и сверхпрозрачных гибких устройств памяти, прозрачных проводящих пленок (TCF) [6].

Как правило, для получения гибридных материалов из графена и УНТ используют методы, в основе которых лежат растворы. Обычно эти методы включают такие этапы, как использование ультразвуковой обработки графена или оксида графена, с его последующим восстановлением [6].

В работе мы использовали сетки, из хаотично расположенных однослойных углеродных нанотрубок с коэффициентом пропускания 60% (при $\lambda=550$ нм), синтезируемых аэрозольным CVD методом [7,8], осажденные на нитроцеллюлозном фильтре. Сетка нарезалась на отдельные полоски размером 5 x 15 мм, которые переносились на предметное стекло, с последующим удалением фильтра.

Для приготовления дисперсии мы использовали коммерчески доступный графен в форме порошка фирмы SIGMA-ALDRICH. Навеску 0,0001 грамма графена обрабатывали ультразвуковым диспергатором в 80 мл этанола в течение 1 часа перед использованием. На пленки ОУНТ равномерно наносили готовую дисперсию в объеме 0,025 мл, для получения сеток с графеновым покрытием приблизительно в 1-2 слоя. Данный объем наносимой дисперсии контролировался сравнением коэффициента пропускания, измеренного на спектрофотометре СФ-2000 до и после нанесения дисперсии графена (таб.1).

Таблица 1. Пропускание сеток до и после нанесения дисперсии графена

Образец	Пропускание до обработки (T_0), %	Пропускание после обработки (T), %	$T_0 - T$, %
1	68,85	64,81	4,04
2	62,4	59,04	3,36
3	64,87	61,32	3,55

Согласно данным после нанесения дисперсии пропускание изменилось в среднем на 3,5 – 4%, что соответствует приблизительно покрытию сетки в 1,5-2 графеновых слоя, в случае равномерного распределения графена. После получения сеток была исследована их морфология с помощью ПЭМ микроскопии (рис.1).

Также аналогичным способом была получена вторая серия сеток ОУНТ, из которых в последствии были получены волокна методом "мокрого вытягивания" [9]. Волокна формируются непосредственно из сеток ОУНТ, нанесенных на подложку, благодаря явлению поверхностного натяжения смачивающей сетку жидкости (этанола, 96.5%), слабого ван-дер-ваальсова взаимодействия нанотрубок друг с другом и уплотнения волокна в процессе испарения этанола [9]. Был оценен диаметр волокон и следует заметить, что нанесенный объем дисперсии не оказал существенного влияние на диаметр формируемых волокон, который в среднем как в одном, так и другом случае имел значение около 60 мкм.

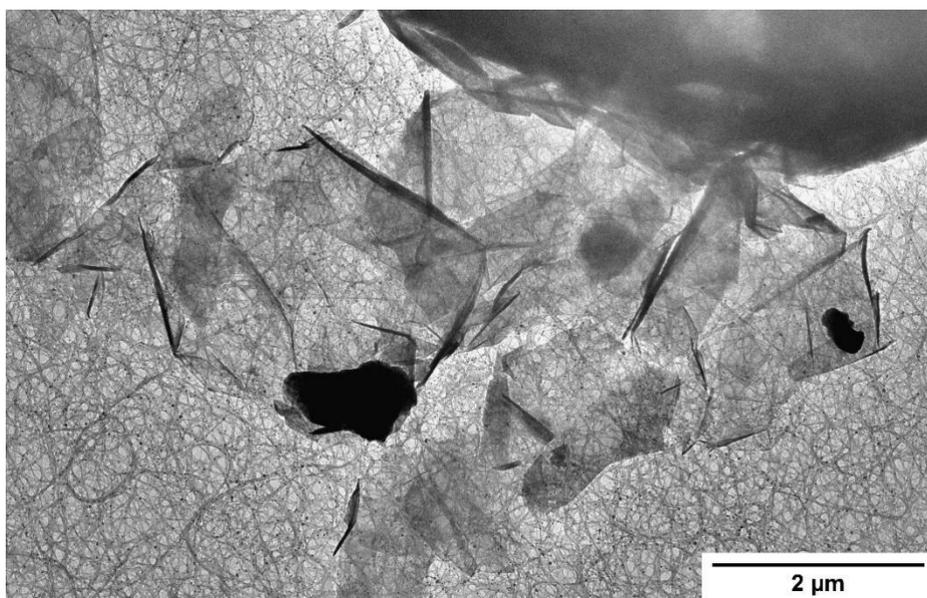


Рисунок 1. ПЭМ микроскопия сетки ОУНТ с нанесенной дисперсией графена.

Кроме того, были исследованы электромеханические свойства волокон, а именно электрическое сопротивление и GF (коэффициент тензочувствительности), для изучения влияния добавления графена на электромеханические показатели (рис.2). Электромеханические свойства волокон исследовали с помощью устройства, состоящего из микровинта с фиксаторами для образца, подключенного к шаговому двигателю и управляемого аппаратно-программным комплексом NI ELVIS II.

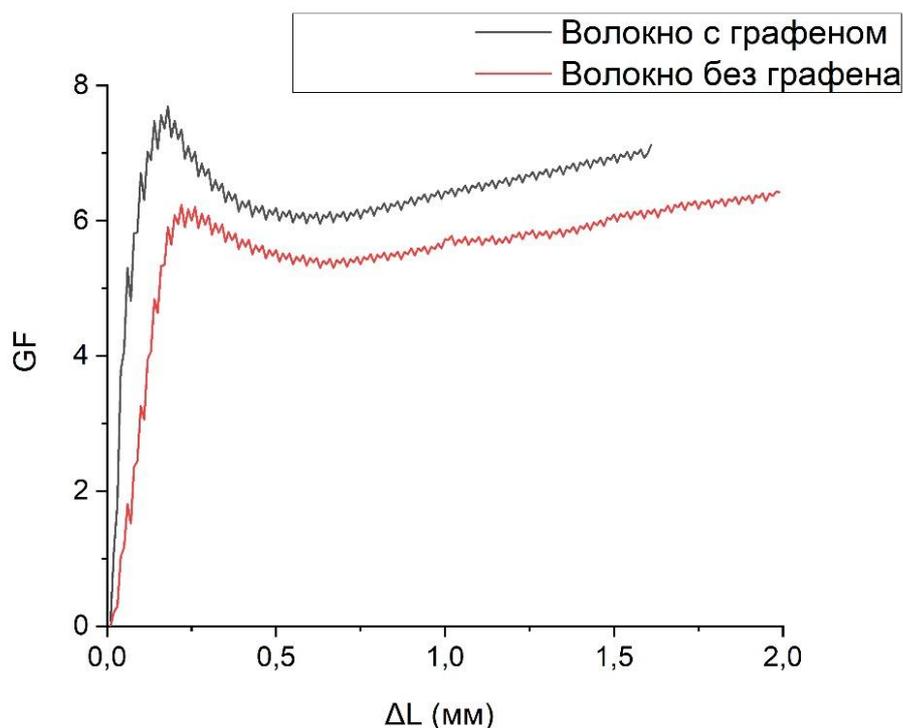


Рисунок 2. Зависимость коэффициента тензочувствительности GF от удлинения l .

Для расчета GF относительно удлинения рассчитывали по следующей формуле:

$$GF = \frac{\Delta R \cdot l_0}{R_0 \cdot \Delta l} \quad (1)$$

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

Что касается электрического сопротивления волокон с графеном, в сравнении с волокнами, полученными без графена, то оно увеличилось в среднем на 5-10%. Покрытие сеток ОУНТ в среднем двухслойными чешуйками графена также приводило к увеличению максимальных значений коэффициента тензочувствительности, наблюдаемых при деформации ~2%, волокон, полученных их данных сеток, а именно от 5-7 до 7-8. Данный эффект может быть обусловлен ухудшением межконтактного сопротивления при наличии в волокне чешуек графена.

В данной работе показана возможность получения сеток, хаотично ориентированных ОУНТ с добавлением дисперсии графена и волокон на их основе, а также исследование влияния добавок графена на электромеханические свойства волокон на основе ОУНТ.

Литература и источники

1. Transparent and Conductive Hybrid Graphene/Carbon Nanotube Films / Alexandra L. Gorkina, Alexey P. Tsapenko, Evgenia P. Gilshteyn, Tatiana V. Larionova, Alexander Talyzin, Anton S. Anisimov, Илья В. Anoshkin, Esko I. Kauppinen, Oleg V. Tolochko, Albert G. Nasibulin. // Carbon. - 2016. Vol. 100. – P. 501-507.
2. Highly flexible transparent conductive graphene/single-walled carbon nanotube nanocomposite films produced by Langmuir-Blodgett assembly / Yang T, Yang J, Shi L, Mader E, Zheng Q. // RSC Advances. – 2015. Vol. 5(30). – P. 23650-23657.
3. Graphene-carbon nanotube hybrid transparent conductive films / Kholmanov I.N., Kim T., Domingues S.H., Kim J-Y, Tan C., Magnuson C.W., et al. // SPIE. – 2013. Vol. 8725. – P. 87251V-1 - 87251V-6.
4. Rebar Graphene / Yan Z., Peng Z., Casillas G., Lin J., Xiang C., Zhou H., et al. // ACS Nano. – 2014. Vol.8(5). – P. 5061 - 5068.
5. Carbon Nanotube and Graphene Hybrid Thin Film for Transparent Electrodes and Field Effect Transistors / Kim S.H., Song W., Jung M.W., Kang M-A., Kim K., Chang S-J., et al. // Advanced Materials. – 2014. Vol.26(25). – P.4247 - 4252.
6. Optical, Electrical, and Electromechanical Properties of Hybrid Graphene/Carbon Nanotube Films / Iskandar N. Kholmanov, Carl W. Magnuson, Richard Piner, Jin-Young Kim, Ali E. Aliev, et al. // Advanced Materials. – 2015. Vol.27 (19). – P. 3053-3059.
7. 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 // Chemical Engineering Science. – 2006. – Vol. 61. - P. 4393-4402.
8. 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
9. 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.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 18-29-19169) и Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FZSR-2020-0007 в рамках государственного задания № 075-03-2020-097/1).

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

**РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ
«МЕХАНИКА»*****Громова Е.В.***

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

liza.gromowa2015@yandex.ru

Цель работы состоит в разработке мультимедийного учебного пособия. В исследовании сделано: анализ научной и методической литературы, изучение классификаций задач и их отбор, изучение роли задач для учащихся. Разработаны и анимированы мультимедийные примеры решения задач по разделам механики. Мультимедийные анимации можно будет применять как при дистанционном формате обучения, так и ознакомиться с ними самостоятельно. Разработано мультимедийное учебное пособие, которое поспособствует индивидуализации обучения и повышению самоподготовки учащихся. Состоит оно из теоретической части, анимированных задач с решением и задач для самостоятельного решения, где даны только ответы для самопроверки.

Учебные пособия играют важную роль в образовании. Они помогают творчески подойти к учебному процессу и раскрыть потенциал учащихся. Современное образование стремительно развивается, и учебные пособия позволяют подойти индивидуально к каждому учащемуся и создать ему максимально комфортные условия обучения. В каждом современном пособии предусмотрены элементы контроля и самоконтроля, которые позволяют проверить свои знания самостоятельно. Это расширяет рамки учебного процесса и производит ответственность учеников. Учебные пособия и книги являются главным инструментом в образовательном процессе. Они помогают не только получать и закреплять определенные знания, но и использовать их на практике.

Актуальность внедрения в процесс обучения мультимедийных технологий обусловлены рядом преимуществ, которые позволяют получить применение таких средств, как стимулирование интереса учащихся, использование визуальных эффектов в процессе обучения, повышение уровня индивидуализации обучения, вовлечённость учащихся и восприятие учебной информации. В 2022 г. планируется переход на новую экзаменационную модель ЕГЭ по физике, основанную на требованиях ФГОС СОО, которая требует изменений в методике обучения соответствующим видам деятельности. Например, в задачах с развернутым ответом, в текст задания не будут включаться указания на выбор модели, и учащимся самостоятельно придется показать, какие условия должны выполняться для использования предложенных законов и формул. Поэтому, для формирования и развития умения решать физические задачи у учащихся, необходимо использовать информационные технологии и мультимедийные учебные пособия. В настоящее время, в мире высоких технологий и больших возможностей, использование мультимедийных учебных пособий в школе является неотъемлемой частью образовательного процесса и улучшения уровня развития учащихся. С каждым годом современные информационные технологии все плотнее входят в нашу жизнь. Как, например, в последний год все столкнулись с дистанционным обучением и возникли некоторые трудности. Поэтому исследования и разработки мультимедийных учебных пособий являются актуальными на сегодняшний день. Они помогают обучаться удаленно, способствуют индивидуализации обучения и повышают продуктивность самоподготовки учащихся.

Цель исследования: разработка мультимедийного учебного пособия для самостоятельной работы учащихся по разделу «Механика».

Прежде чем приступить к созданию мультимедийного учебного пособия была продумана его структура, макет которой представлен на рис. 1:

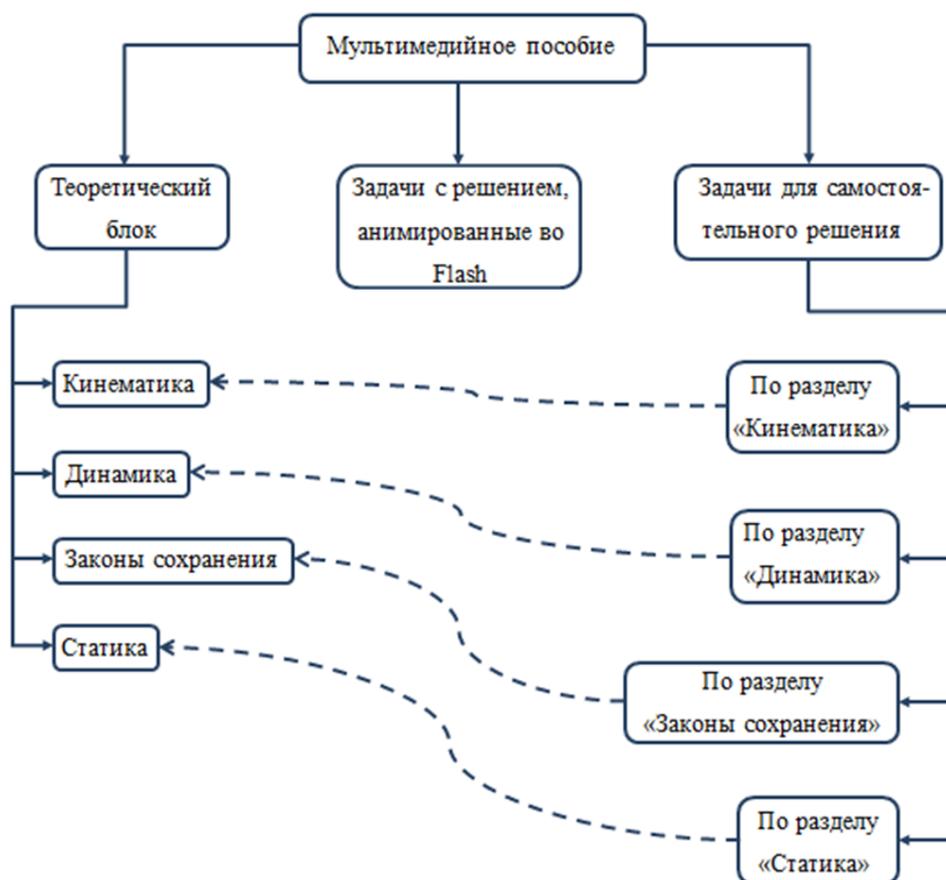


Рисунок 1. Структура мультимедийного учебного пособия

В данной разработанной структуре присутствует 3 блока: теоретический блок, задачи с решением и задачи для самостоятельного решения. В теоретическом блоке представлены основные теоретические сведения, которые в последующем помогут обучающимся в решении задач по механике. Во втором блоке представлены задачи с разбором решения, которые выполнены мультимедийно в Adobe Animate, и являются примером решения подобных задач. Третий блок это задачи для самостоятельного решения, где присутствуют только ответы для самопроверки.

В качестве примера анимированных задач с решением представлены две задачи из раздела «Динамика».

Анимированное условие задачи №1 представлено на рис.2, а условие задачи №2 на рис.3:

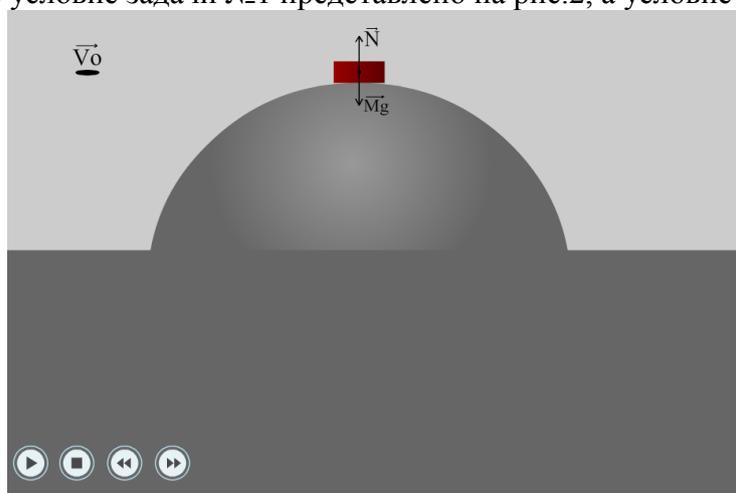


Рисунок 2. Анимированное условие задачи №1

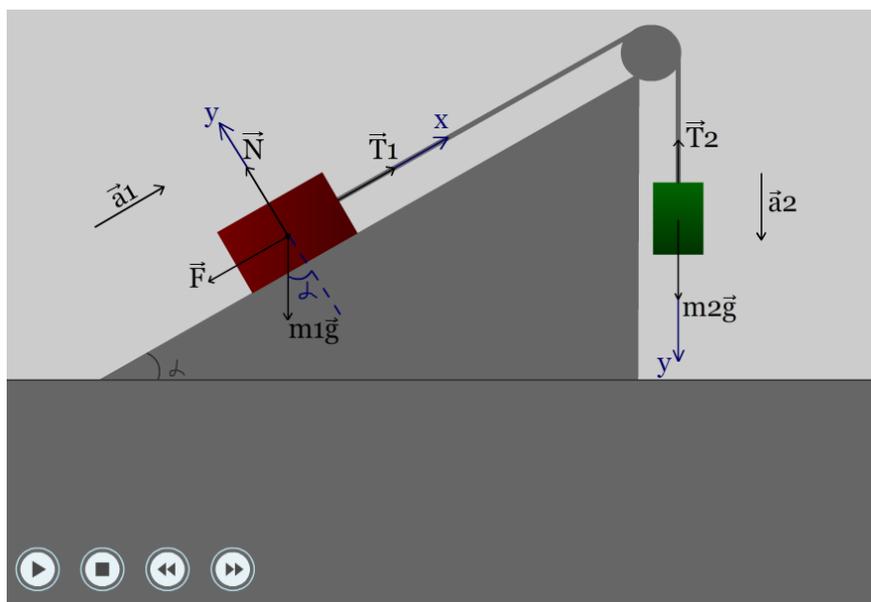


Рисунок 3. Анимированное условие задачи №2

Решение данных задач прописано непосредственно в самом мультимедийном учебном пособии и сопровождается этими визуализациями.

Развитие современных технологий позволяет внедрять в учебный процесс мультимедийные учебные пособия. Они имеют ряд преимуществ, являясь организованным, контролируемым и адаптируемым к индивидуальным особенностям учащихся учебным материалом. Мультимедийные учебные пособия обладают наглядностью представления материала и возможностью регулярной корректировки по мере появления новых данных.

Литература и источники

1. Огольцова Н.Н. Мультимедийное пособие как средство повышения эффективности образовательного процесса/ Н.Н. Огольцова// Гауде-амус. 2010.
2. Мультимедийное пособие как интерактивное средство. [Электронный ресурс]. Режим доступа (<https://lektsii.org/8-36200.html>). (Дата обращения 09.04.2021).
3. Здоровцева А.А. Разработка и опыт использования мультимедийных электронных учебных пособий/ А.А. Здоровцева// Современное образование: содержание, технологии, качество. 2008. Том 1. С. 245-246.

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

УДК 531.6, 372.853

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ»

Зайцева А.С.

nastasya.zaytseva.2017@mail.ru

Решению задач отводится существенная часть времени, предусмотренного школьной учебной программой. Но, несмотря на это, большинство учащихся недостаточно овладевают навыками, необходимыми для решения физических задач. Помочь учащимся сформировать и развить умения решать задачи может использование информационных и коммуникационных технологий, использование мультимедийных учебных пособий. Такие технологии способствуют индивидуализации обучения, повышают продуктивность самоподготовки учащихся, улучшают качество дистанционного обучения. Настоящее пособие создано с

использованием современных веб-технологий. Структура пособия включает главную страницу с каталогом задач на законы сохранения, построенным по типу неизменной, то есть сохраняемой, величины в задачах, где для каждой задачи подготовлена отдельная страница с видео-визуализацией ее условия и решения.

Введение

Согласно статистике, процент выполнения задач при сдаче российскими школьниками ЕГЭ по физике в 2020 году в среднем по стране составил 44,3% для задач повышенного уровня сложности и всего 13,2% — для высокого уровня [1]. К 2022 году планируется переход на новую экзаменационную модель ЕГЭ по физике, основанную на требованиях ФГОС СОО и требующую изменений в методике обучения соответствующим видам деятельности. В частности, в задачах с развернутым ответом, в текст задания не будут включаться указания на выбор модели, и обучающимся самостоятельно придется показать, какие условия должны выполняться для того, чтобы можно было использовать предложенные законы и формулы для решения данной задачи. Поэтому представляется актуальной разработка мультимедийных учебных пособий, с использованием новых информационных и коммуникационных технологий. Такие технологии способствуют индивидуализации обучения, повышают продуктивность самоподготовки учащихся, улучшают качество дистанционного обучения.

Структура мультимедийного пособия

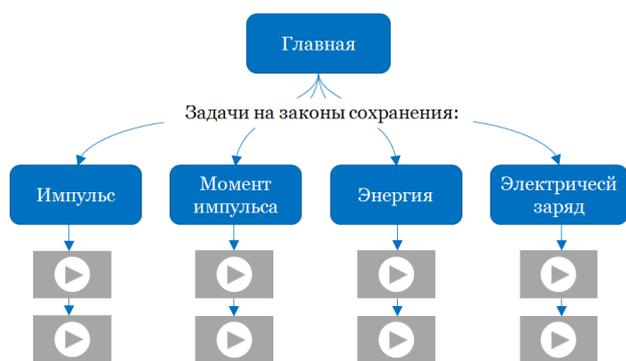
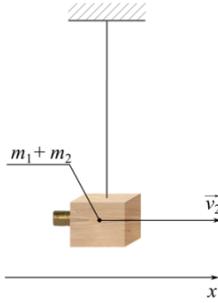


Рисунок 1. Общая структура мультимедийного пособия

Мультимедийное пособие представляет собой обучающий ресурс, созданный при помощи веб-технологий HTML 5 и CSS 3. Ресурс состоит из главной страницы и страниц с анимированными визуализациями условий задач на тему «Законы сохранения» и их решений. Каждая страница будет включать меню для навигации. Общая структура мультимедийного учебного пособия представлена на рис.1.

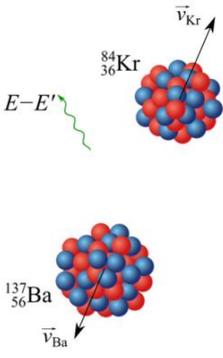
Примеры задач

Рассмотрим несколько задач, представленных в мультимедийном пособии. Для их визуализации были использованы такие приложения, как PowerPoint, Blender, Inkscape и Gimp. Визуализация условия задач и их решения выполнена в формате презентаций, состоящих из нескольких основных слайдов. Общая структура презентации включает в себя анимацию условия задачи, статичные изображения с указанием известных величин, слайды с условным делением экрана на две части, где в левой части представлено изображение условия задачи с векторами и построением, в правой части отображаются данные условия задачи и решение задачи.



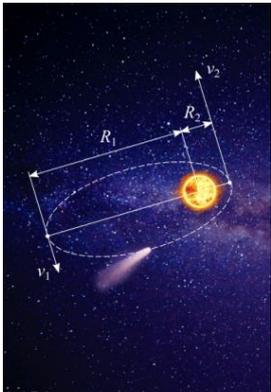
<p>Дано:</p> <p>$v_1 = 40 \text{ м/с}$</p> <p>$l = 4 \text{ м}$</p> <p>$m_1 = 0,02 \text{ кг}$</p> <p>$m_2 = 5 \text{ кг}$</p> <p>$\alpha = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>По закону сохранения импульса:</p> $m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}_2$ <p>Запишем проекцию на ось x:</p> $x: m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$ <p>Из этого соотношения найдем скорость бруска с пулей после взаимодействия:</p> $v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \approx 0,16 \text{ м/с}$
---	--

Рисунок 2. Визуализации решения задачи про пулю и брусок



<p>Дано:</p> <p>$E = 200 \text{ МэВ}$</p> <p>$E' = 0,84 \cdot 200 \text{ МэВ}$</p> <p>$= 168 \text{ МэВ}$</p> <p>$E_{Ba} = ?, E_{Kr} = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>По закону сохранения импульса:</p> $p_U = 0 = m_{Ba} v_{Ba} - m_{Kr} v_{Kr}$ <p>Из этого соотношения можно выразить скорость криптона:</p> $\frac{m_{Ba}}{m_{Kr}} = \frac{v_{Kr}}{v_{Ba}}$ $v_{Kr} = \frac{m_{Ba} v_{Ba}}{m_{Kr}}$
---	---

Рисунок 3. Визуализации решения задачи про распад ядра урана



<p>Дано:</p> <p>$R_1 = 35,2 \text{ а.е.}$</p> <p>$R_2 = 0,6 \text{ а.е.}$</p> <p>$\frac{v_2}{v_1} = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>Момент импульса при наибольшем удалении:</p> $L_1 = J_1 \omega_1$ <p>Момент инерции кометы при наибольшем удалении:</p> $J_1 = m R_1^2$ <p>Выразим момент импульса через линейную скорость:</p> $\omega_1 = \frac{v_1}{R_1} \Rightarrow L_1 = m R_1^2 \frac{v_1}{R_1} = m R_1 v_1$
---	---

Рисунок 4. Визуализации решения задачи про комету Галлея

1) Пуля, летевшая горизонтально со скоростью $v = 40 \text{ м/с}$, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной $l = 4 \text{ м}$, и застревает в нем. Определить угол α , на который отклонится брусок, если масса пули $m_1 = 20 \text{ г}$, а бруска $m_2 = 5 \text{ кг}$ [2, с. 34]

На рис. 2 представлен один из слайдов визуализации решения данной задачи, где в левой части изображен момент столкновения пули и бруска, а в правой части отображаются условия («Дано»), уравнение на сохранение импульса в векторной форме и для проекции на ось x, выражение для скорости бруска с пулей после взаимодействия.

2) При делении изотопа урана $^{235}_{92}\text{U}$ освобождается энергия 200 МэВ, причем 84 % этой энергии приобретают осколки деления. Считая, что этими осколками являются ядра бария $^{137}_{56}\text{Ba}$ и криптона $^{84}_{36}\text{Kr}$ и что импульсы их по модулю одинаковы, найти энергию осколков [3, с. 161]

Один из слайдов визуализации решения задачи про распад ядра урана представлен на рис. 3, где приводится статичное изображение продуктов распада с наложенными векторами импульсов и прочими исходными данными. Решение начинается с условия равенства импульсов ядер Ba и Kr, из которого выражается скорость ядра криптона.

3) Комета Галлея движется вокруг солнца по вытянутому эллипсу. Наибольшее удаление от солнца равно 35,2 а.е., а наименьшее удаление - 0,6 а.е.. Найти отношение максимальной скорости кометы к минимальной. [4]

На данном слайде рис.4 изображена комета, совершающая движение по эллипсу вокруг Солнца. Приведены фокальные радиусы и скорости для точек наименьшего и наибольшего удаления кометы от Солнца.

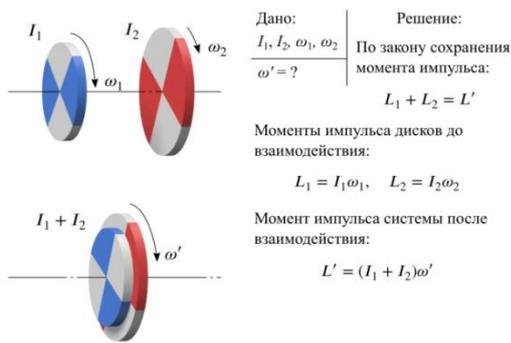


Рисунок 5. Визуализации решения задачи про диски

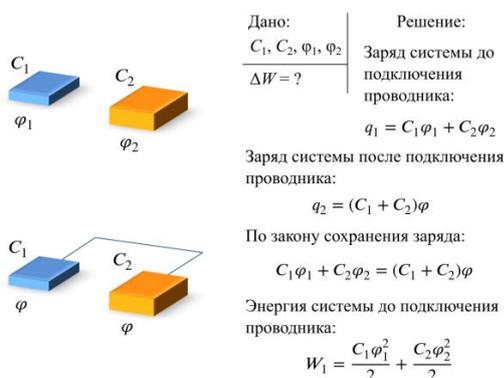


Рисунок 6. Визуализации решения задачи про проводники

- 4) Два диска с моментами инерции J_1 и J_2 вращаются с угловой скоростью соответственно ω_1 и ω_2 вокруг одной и той же оси без трения. Диски пришли в соприкосновение друг с другом. Из-за возникшего между дисками трения через некоторое время проскальзывание одного диска по другому прекращается. Какова станет тогда угловая скорость вращения дисков? Какое количество теплоты выделится? [5]

На рис.5 представлен один из слайдов визуализации решения задачи про диски, на котором записан закон сохранения момента импульса и расписаны моменты импульсов до взаимодействия и после взаимодействия дисков. С левой стороны изображены состояния дисков до и после их взаимодействия.

- 5) Проводник емкостью C_1 , заряженный до потенциала φ_1 , соединяют с проводником емкостью C_2 и потенциалом φ_2 тонким длинным проводником бесконечно малого сопротивления. Найти изменение энергии системы. [6]

На данном слайде, представленном на рис.6, изображены проводники, записано условие задачи «Дано», расписаны формулы зарядов системы до взаимодействия и после, записан закон сохранения зарядов.

Заключение

В работе создано пособие с использованием современных мультимедийных технологий, способствующих наглядному и полному представлению изучаемого материала и, таким образом, эффективному развитию умений обучаемых самостоятельно решать физические задачи. Для пособия по разделам физики на законы сохранения выбраны 4 сохраняемых величины: импульс, момент импульса, энергия, электрический заряд и созданы по две анимации для каждой из сохраняемой величины. Файлы подготовлены в формате презентации и в формате видео, которое можно посмотреть в браузере, без необходимости скачивания.

Литература и источники

1. Демидова М. Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по физике. – Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений». — 2020. — URL: http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2020/Fizika_mr_2020.pdf (дата обращения: 18 декабря 2020).
2. Гольдфарб Н. И. Физика. Задачник. 9—11 кл. : Пособие для общеобразоват. учеб. заведений. — 5-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2001. — (Задачники «Дрофы»).
3. Рымкевич А. П. Физика. Задачник. 10—11 кл. : пособие для общеобразоват. учреждений / А. П. Рымкевич. — 16-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2012.

4. Задачи по теме: «Момент инерции. Закон сохранения момента инерции и момента импульса» — Документ — 2021. — URL: <https://gigabaza.ru/doc/11883.html> (дата обращения: 10 мая 2021).

5. Задачи по физике: Учеб. пособие / И. И. Воробьев, П. И. Зубков, Г. А. Кутузова и др.; Под ред. О. Я. Савченко. 3-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 1999. — 370 с., ил.

6. Подготовка к олимпиаде. Законы сохранения | Физический портал для школьников и абитуриентов — 2019. — URL: <http://fizportal.ru/olympiads-method-2-10> (дата обращения: 10 мая 2021).

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

УДК 372.853

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ С УЧАЩИМИСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Каркавина М.В.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

mkarkavina99@mail.ru

Одной из главных задач современной школы является создание необходимых условия для развития личности каждого учащегося, формирование интеллектуальных способностей, создание условий для самореализации потенциальных возможностей в процессе обучения. Всему этому способствует проектная деятельность. Физика – это наука экспериментальная. В ее основе лежит наблюдение и опыт, и организация проектной деятельности учащихся при изучении физики – необходимый фактор.

Проектная исследовательская деятельность учащихся прописана в Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС ООО). Она является обязательным элементом учебного процесса.

Научно-исследовательские проекты позволяют расширить и углубить предметные знания учащихся. Учат формировать цели, отбирать и анализировать научную литературу, на основе изученной литературы выдвигать и обосновывать гипотезу, а также для учащихся проектная деятельность способствует развитию общественных отношений (командная работа). Поэтому исследования в области проектной деятельности являются актуальными.

Методика организации исследовательских проектов в школе

Для эффективной деятельности при создании научно-исследовательского проекта важной частью является грамотно сформированный коллектив.

При написании научно-учебных проектов выделяют следующие этапы:

1. Подготовительный этап (выбор рабочей группы и темы, определение целей, уточнение всей необходимой информации и обсуждение заданий в коллективе учащихся);
2. Поисковый этап (проведение анализа проблемы, определение источников информации, постановка задач и распределение ролей в команде);
3. Исследовательский этап (проведение сбора и уточнения информации, подготовка к эксперименту, подбор материалов и приборов для проведения эксперимента);
4. Этап выполнения (работа над проектом среди учащихся, проведение эксперимента и исследование оформление проекта);
5. Этап вывода (проведение анализа полученной на основе эксперимента информации, формулировка выводов);
6. Этап собственной оценки результатов (проведение коллективного анализа достижений (успехов и неудач)

Примеры научно-исследовательских проектов

1. Научно-исследовательский проект «Изучение баллистического движения в рамках школьного курса физики на основе модели катапульты»

Цель работы: постановка и решение задачи по изучению баллистики, значимость и применение баллистического движения на практике.

Приборы и принадлежности: деревянная модель катапульты, металлический шарик, динамометр, линейка, рулетка.

Задачи:

- Изучение литературы по теме;
- знакомство с историей и видами баллистики;
- история возникновения катапульты;
- изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту;
- экспериментальные исследования, закономерности баллистического движения;

В ходе работы будут использоваться следующие методы исследования: сбор информации, анализ информации, обобщение информации, изучение теоретического материала, проведение экспериментальной работы, построение графиков в среде Microsoft Office Excel.

Постановка задачи.

Тело массой m бросили под углом к горизонту α с начальной скоростью U_0 . Соппротивление воздуха пренебрежимо мало. Известны: высота, на которой находится шарик в момент запуска, H_0 ; силы рычага в нулевом положении F_0 и в положении запуска шарика F_k . Также, известно расстояние между этими положениями рычагов Δx . Найти дальность полета L , максимальное значение высоты подъема H_{\max} , время подъема t , время полета τ ? Определить какое количество энергии от катапульты перейдет в кинетическую энергию шарика? (Для сравнения энергий понадобится экспериментальная дальность полета шарика $L_x=372\text{см.}$)

2. Научно-исследовательский проект «Вечная батарейка»

Цель работы: обосновать и разработать, а также экспериментально доказать возможность создания вечной батарейки.

Задачи:

- Оценить плотность энергии электромагнитных волн в жизненных пространствах;
- Разработать схему колебательных контуров для эффективного накопления энергии электромагнитных волн;
- Собрать прототип источника питания, работающего за счет энергии электромагнитных волн;

3. Научно-исследовательский проект «Природные источники электрической энергии»

Цель работы: выяснить, могут ли фрукты и овощи служить источником электрической энергии, возможно ли из овощей и фруктов и подручных материалов изготовить электрическую батарейку и применить ее.

Задачи:

- проанализировать научную литературу;
- изучить принцип работы батарейки;
- создать фруктовую и овощную батарейку;
- экспериментально определить напряжение и силу тока в полученных источниках тока, изучить возможность применения полученной батарейки;
- проанализировать полученную работу и сделать выводы.

4. Научно-исследовательский проект «Выращивание кристаллов»

Цель работы: изучение процесса роста кристаллов в природе, в промышленности и в домашних условиях, а также научиться выращивать кристаллы соли в домашних условиях.

Задачи:

- подробно узнать о видах кристаллов и методах их выращивания;

- узнать о значении кристаллов в жизни человека;
- вырастить кристаллы соли;
- познакомиться и использовать необходимые меры безопасности и защиты при проведении эксперимента;
- изучить условие образования кристаллов, их формы и цвета;
- проанализировать полученные результаты.

На основе всей проделанной работы можно сделать выводы о том, что научно-исследовательские проекты играют важную роль в общеобразовательной программе, способствуют творческому развитию учащихся. В настоящее время один проект по механике выполнении и находится в стадии апробации.

Литература и источники

1. Обухов А.С. Исследовательская деятельность как возможный путь вхождения подростка в пространство культуры. Развитие исследовательской деятельности учащихся: методические рекомендации / А.С. Обухова. М.: Народное образование, 2001. 60 с.
2. Леонтович В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности. // Исследовательская работа школьников. 2003. № 4. С. 12-15.
3. Организация проектно-исследовательской деятельности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2014/05/01/kak-orga.nizovat-proektno-issledovatel'skuyu-deyatelnost> (Дата обращения: 12.04.2021).
4. Проектно-исследовательская деятельность учащихся при изучении предмета физика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/obshchepedagogicheskietekhnologii/library/2020/09/25/proektno-issledovatel'skaya-deyatelnost> (Дата обращения: 10.04.2021)

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32 В СУШКЕ МОЛОКА

Мельникова М.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
marina-melnikova-99@bk.ru

Микроконтроллер STM32 - популярная и очень востребованная платформа, позволяющая создавать профессиональные решения для автоматизации в самых различных областях.

STMicroelectronics стала одной из первых, кто вывел на рынок семейство микроконтроллеров на ядре STM32, и выпускаться они стали в 2007 году. Они имеют высокую производительность и обладают широким модельным рядом.

Программы которые используем, предназначены для максимально полного ознакомления с работой микроконтроллеров STM32 в конкретных приложениях: Cube, IAR, Keil.

Основной целью автоматизации является использование для разработки и программирования микроконтроллера STM32, а так же использование среды моделирование теплового нагрева.

В работе мы используем программы ANSYS и Scilab. Для построения модели и решение задач. Используя формулу теплового нагрева, через количество теплоты.

$$Q = cm(t_2^0 - t_1^0) = cm\Delta t$$

Выбор STM32F429ZIT6U обосновывается, тем, что это микроконтроллер в линейке по своей производительности, объёму памяти и по возможность подключения огромного количества цифровых 54 и аналоговых 16 портов входа/выхода и портов UART для

коммуникации с периферийными модулями, разъём для программирования USB, внешний разъём питания и кнопка сброса.

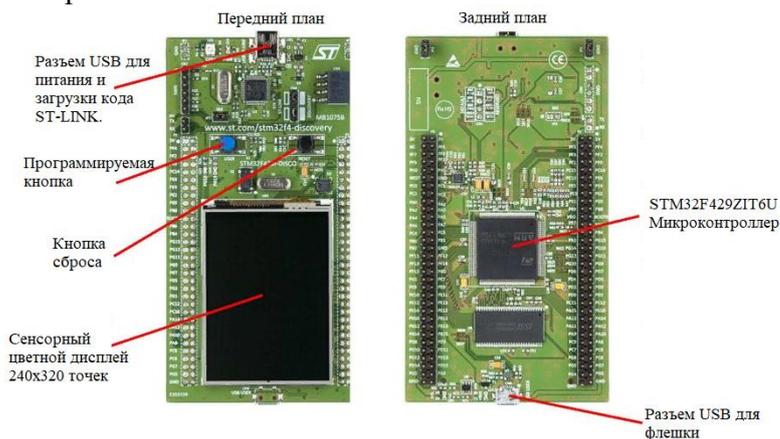


Рисунок 1. Элементы платы

Литература и источники

1. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7/ Под. ред. Бутырина П.А. – М.: ДМК Пресс, 2005. - 264 с.
 2. Барна, А. Введение в микро-ЭВМ и микропроцессоры / А. Барна, Д.И. Порэт. - М.: Знание, 2010. - 329 с.
- Научный руководитель – к.т.н., Шаврин В. А. , ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 538.971

СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТАНТАЛАТА ЛИТИЯ В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ

Могильникова Ю. Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

y_mogilnikova@mail.ru

Научно-технический прогресс неизбежно требует создания инновационных материалов, обладающих уникальными свойствами. В интегральной оптике сегодня высоко востребованы сегнетоэлектрические кристаллы, на основе которых могут быть построены различные устройства для оптической сенсорики. Одним из таких кристаллов является танталат лития (LiTaO_3 , LT), имеющий превосходные нелинейно-оптические, электрооптические, пироэлектрические, пьезоэлектрические свойства, при высокой устойчивости к оптическому повреждению мощным лазерным излучением [1]. С помощью различных физико-химических методов структурной модификации, например: ионного обмена; ионной имплантации; технологий селективного травления; и т.д., на основе данного материала можно получить кристаллическую среду, обладающую совершенно новыми свойствами, полезными для построения различных устройств и систем интегральной фотоники [2].

Использованные в работе образцы Cu:H:LiTaO_3 были изготовлены методом ионного обмена в приповерхностном слое исходных монокристаллических пластин Z-среза номинально беспримесных кристаллов танталата лития производства SIOM. В результате в образцах был сформирован слой глубиной несколько микрометров от поверхности, допированный медью и водородом. Концентрация введенных примесей в полученных образцах оценивалась из спектров пропускания в видимом и инфракрасном диапазонах длин

волн электромагнитного излучения (примеры показаны на рис. 1,2), и по порядку величины составляла $C_{Cu}, C_H \sim 10^{26} \text{ м}^{-3}$.

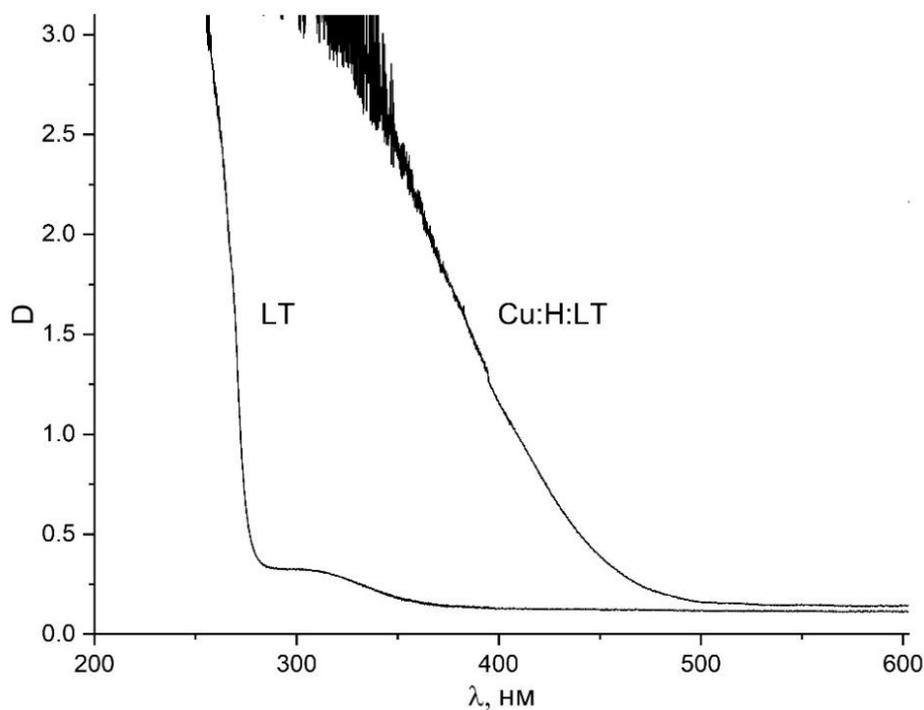


Рисунок 1. Спектры поглощения образцов танталата лития в УФ- и видимой части спектра. D – оптическая плотность, λ – длина волны электромагнитного излучения

Рост оптической плотности вблизи края полосы фундаментального поглощения (рис.1) для изготовленных образцов Cu:H:LiTaO_3 обусловлен введением ионов меди в приповерхностный слой кристалла и зависит как от C_{Cu} в нем, так и от толщины легированной области d , которая может быть варьирована в широких пределах (от нуля до сотен микрометров), изменением режимов ионного обмена.

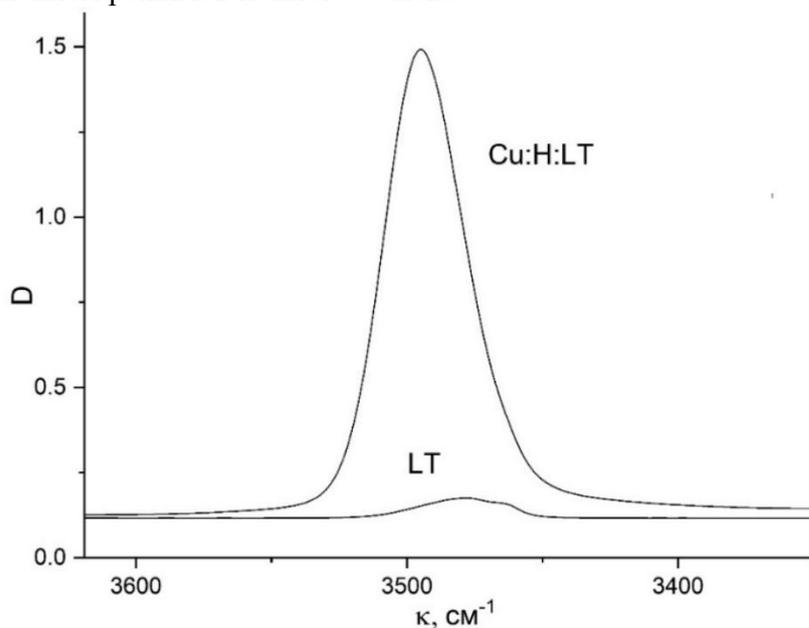


Рисунок 2. Спектры ИК-поглощения образцов танталата лития в области частот валентных колебаний OH-групп. D – оптическая плотность, κ – волновое число

В ИК-спектрах поглощения образцов (рис.2) виден сильный рост интегральной интенсивности ОН-полосы для образца Cu:H:LiTaO_3 по сравнению с исходным кристаллом. Высокочастотный сдвиг максимума ОН-полосы указывает на формирование ионообменного слоя в кристаллической β -фазе. Таким образом, в приповерхностной области кристалла LiTaO_3 был сформирован тонкий легированный слой, хорошо поглощающий электромагнитное излучение в УФ- и сине-фиолетовой части спектра длин волн, что было необходимо для дальнейшей фототермической структурной модификации (ФТМ), выполненной по методике, предложенной в [3]. Результат применения ФТМ показан на рис.3.



Рисунок 3. Изменение поверхностной структуры образца Cu:H:LiTaO_3 в результате ФТМ

Из этого рисунка видно, что применение ФТМ к локально легированным кристаллам танталата лития дает возможность их дополнительного поверхностного микроструктурирования. Диаметр полученных микродисков, показанных на рисунке, 25 мкм. С учетом возможностей последующей процедуры селективного химического травления и экспериментально установленной в данной работе термической устойчивости создаваемого поверхностного рельефа, эти результаты открывают перспективы дополнительных решений при разработке новых технологий MEMS в применении к материалам фотоники.

Литература и источники

1. V. Gopalan et al , Crystal growth, characterization, and domain studies in lithium niobate and lithium tantalate ferroelectrics // Handbook of advanced electronic and photonic materials and devices – Elsevier, 2001. P. 57–114.
 2. MEMS & Nanotechnology Exchange [Электронный ресурс]: <https://www.mems-exchange.org/MEMS/what-is.html>
 3. Basnin P.P., et al., Micro-optical structures written by photothermal method in a specially modified near-surface layer of lithium niobate crystals”, Russian Physics Journal, V62, N4 (2019), pp. 732-734, DOI: 10.17223/00213411/62/4/154
- Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Севостьянов О.Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

ЛАЗЕРНАЯ СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ В СПЕЦИАЛЬНО ЛЕГИРОВАННОМ ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ*Ребус Ю. Е.*

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

yura_rebus@mail.ru

Существует огромное множество веществ и химических соединений, которые были созданы как природой, так и человеком. Задачей науки является исследование разнообразных свойств этих соединений, для того чтобы определить в какой из областей эти свойства можно использовать. Объектом нашего исследования стал сегнетоэлектрический кристалл ниобата лития (LiNbO_3 , НЛ). Этот материал является химически инертным и обладает весьма удивительными оптическими свойствами, нашедшими широкое применение в интегральной и нелинейной оптике. Совершенные монокристаллы НЛ выращиваются, в основном, методом Чохральского при температуре порядка $1100\text{ }^\circ\text{C}$, из шихты, содержащей оксид ниобия и карбонат лития [1]. Дополнительно кристаллы НЛ могут быть объемно или локально легированы различными примесями для придания им необходимых оптических и электрических свойств.

В работе получены и использованы образцы Cu:H:LiNbO_3 локально легированные медью и водородом в тонком приповерхностном слое. Такая обработка позволяет резко увеличить коэффициент поглощения материала в видимой части спектра электромагнитного излучения и повысить его проводимость в легированной области. Дальнейшая структурная модификация образцов выполнена с помощью техники сканирования сфокусированным лазерным лучом. Некоторые образцы подвергались дополнительному химическому травлению в смеси плавиковой и азотной кислот после лазерной модификации. Результатом сочетания подобных методов обработки стало появления на поверхности микро-рельефных областей, топология которых задана алгоритмом лазерного сканирования. Высота рельефа определяется глубиной начального легированного слоя и составляет обычно несколько микрометров.

Примеры полученных структур приведены на рис. 1, 2.

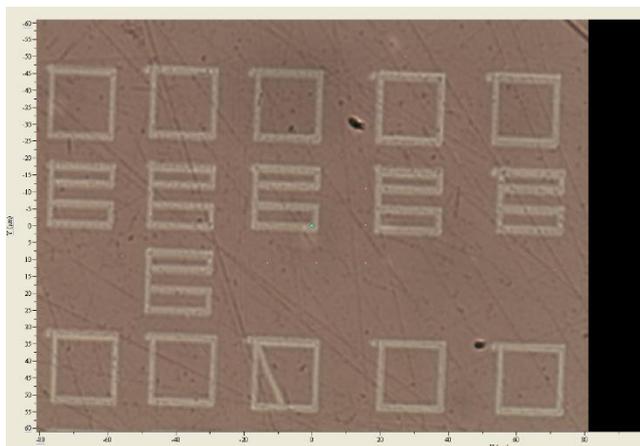


Рисунок 1. Образец Cu:H:LiNbO_3 , Z+ срез, 50x – увеличение; после лазерного структурирования

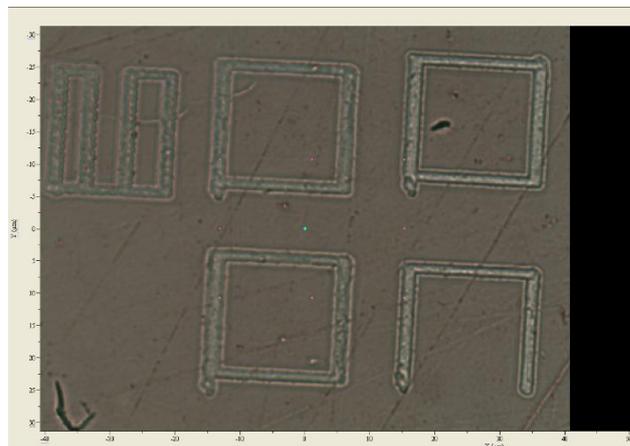


Рисунок 2. Образец Cu:H:LiNbO_3 , Z+ срез, 100x – увеличение; после химического травления

Изучение полученных структур показало, что при лазерной экспозиции ионообменного слоя подготовленных образцов наблюдается уменьшение коэффициента поглощения в спектральной полосе с максимумом вблизи 3.2 эВ , что объясняется изменением валентного состояния ионов меди в результате сложного комплекса процессов переноса заряда в приповерхностном слое в процессе облучения [2]. Кроме того, экспонированные области образцов могут приобретать дополнительную устойчивость к химическому травлению в силу

структурной перестройки, связанной с ростом напряжений и деформаций кристаллической решетки, что и вызывает появление поверхностного рельефа. Таким образом, примененная методика структурной модификации образцов монокристаллов ниобата лития может служить основой для разработки новой технологии оптоэлектронных микросистем.

Литература и источники

1. Кузьминов Ю.С., Электрооптический и нелинейнооптический кристалл ниобата лития. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 28с.
 2. Basnin P.P., Chirkova I.M., Kokanyan E.P., Kostritskii S.M. and Sevostyanov O.G. Micro-optical structures written by photothermal method in a specially modified near-surface layer of lithium niobate crystals”, Russian Physics Journal, V62, N4 (2019), pp. 732-734, DOI: 10.17223/00213411/62/4/154
- Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Севостьянов О.Г., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 372.853

ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОМЕДИЙНЫХ ВИЗУАЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЙ В ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ФОРМУЛЫ ФРЕНЕЛЯ»

Шельхаева М.А.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
shelykhayeva@mail.ru

Актуальность темы обусловлена формированием глобального новомедийного образовательного пространства. Происходит создание коммуникационных образовательных платформ, формируется цифровая среда учебного контента, образовательные практики реализуются через поисковую исследовательскую активность студента.

Новомедиа – уже не только средства хранения и трансляции информации, но и активные участники процессов генерации и движения информационных потоков. В новомедийном пространстве присутствует активный пользователь, который своими действиями трансформирует полученный контент, тем самым создавая новые медиа-объекты [1].

Визуальная коммуникация оперирует изображениями – плакатами, видеорядом, знаками, графикой. Новомедийные визуальные коммуникации – это способ взаимодействия между людьми посредством визуальных образов в современном цифровом пространстве.

В работе представлены технологии формирования новомедийных визуальных коммуникаций в изучение темы «Формулы Френеля и их следствия» в курсе общей физики. Для визуализации физической сути явлений отражения и преломления света, описываемых формулами Френеля, использовались приложение 2D графики PowerPoint и приложение 3D Blender.

В PowerPoint визуализирован базовый понятий аппарат [2]: понятие волнового вектора, понятие фронта плоской волны, понятие плоскости колебаний, понятие плоскости падения (Рис.1).

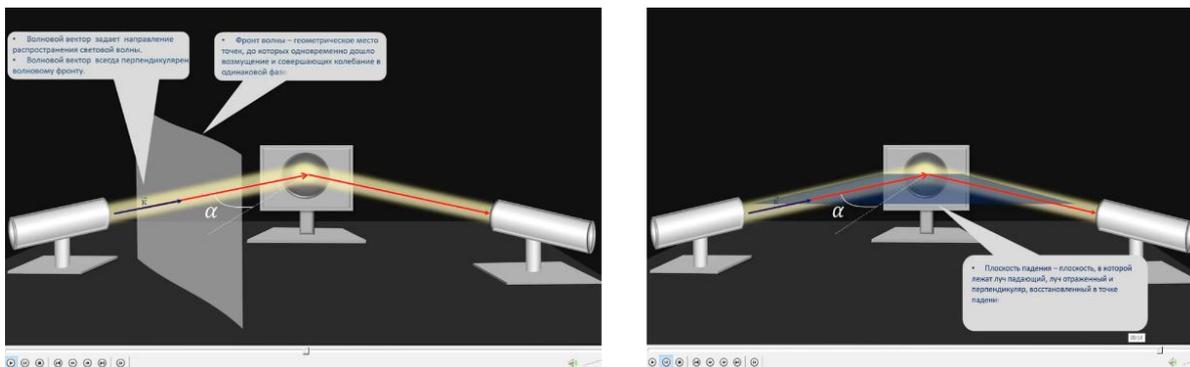


Рисунок 1. Визуализация базовых понятий.

В приложении Vleener разработана трехмерная визуализация явлений отражения и преломления света. Трехмерная графика позволяет акцентировать внимание обучающихся на геометрии изучаемой модели. В модели показаны три плоскости: граница раздела двух сред, плоскость падения и плоскости колебания в падающей и отраженной волнах. При облете камеры хорошо визуализируется их взаимное расположение.

Для описания явлений отражения и преломления света необходимо визуализировать вектор напряженности электрического поля в световой волне и его составляющие: параллельную и перпендикулярную относительно плоскости падения [2]. В падающей волне визуализирован вектор напряженности произвольного направления. В плоскости колебания визуализированы его параллельная и перпендикулярная составляющие относительно плоскости падения. Облет камеры позволяет визуализировать взаимное расположение этих трех векторов (Рис.2).

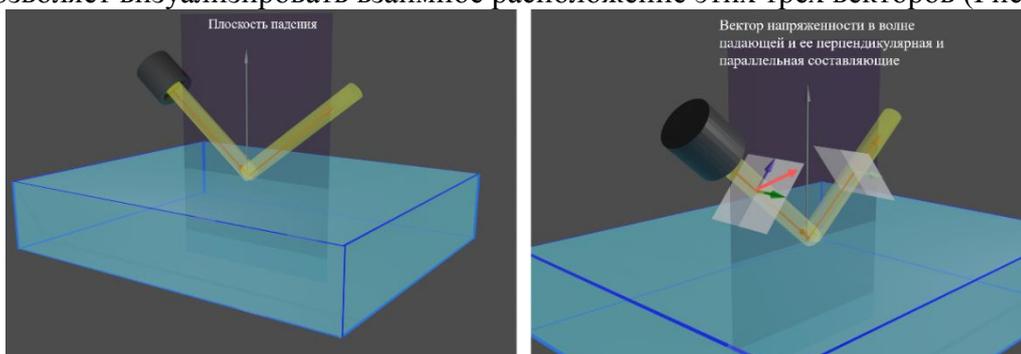


Рисунок 2. 3D визуализация отражения и преломления света.

Формирование новомедийных визуальных коммуникаций в образовании невозможно без организации единого визуального образовательного онлайн пространства [3]. Такое пространство сформировано на платформе онлайн сервисов: Mindomo, Trello. Для размещения образовательного контента в работе использовались сервисы: YouTube, Google Диск, imgBB. Mindomo- цифровой инструмент для разработки интеллектуальных карт. Интеллектуальные карты – это графическое выражение процесса ассоциативного радиантного (от центрального образа по радиусу) мышления [4]. Так работает наш мозг. Ниже приведен фрагмент интеллектуальной карты по теме «Формулы Френеля и их следствия» (Рис.3).

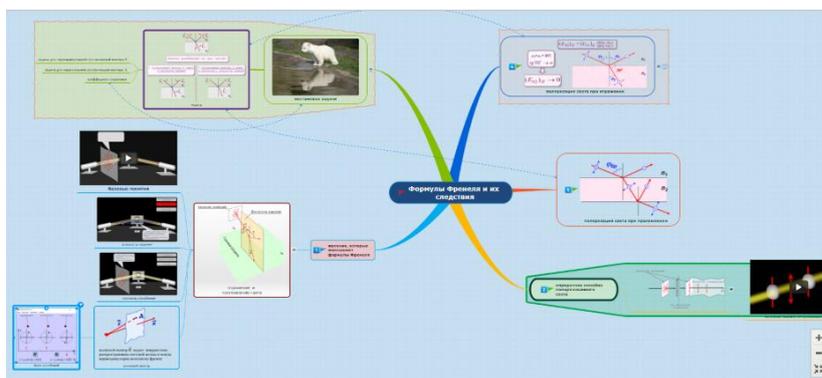


Рисунок 3. Фрагмент интеллектуальной карты по теме «Формулы Френеля и их следствия»

В карте показано как должны формироваться ассоциативные визуальные связи при изучении данной темы. Первая визуальная ассоциация, которая должна сформироваться у обучающегося – это физические явления, описываемые формулами Френеля – отражение и преломление света. Следующие ассоциативные визуальные связи вытекают из визуальных моделей явлений отражения и преломления света – базовые понятия плоскости колебаний, плоскости падения, волнового вектора. Из определения волнового вектора, в свою очередь, вытекает необходимость визуализации понятий волнового фронта и фазы и так далее.

Рисунки и видео для использования в карте предварительно размещаются на YouTube и хостинге картинок. Есть возможность добавления ссылок на Google Диск.

Таким образом, технология разработки интеллектуальных карт позволяет, выстраивая последовательные ассоциативные визуальные связи, проработать изучаемую тему во всех деталях и подробностях, а также позволяет сформировать у обучающегося полное и целостное восприятие изучаемой темы.

Для визуализации коммуникации преподавателя и студента использовался инструмент Trello - интерактивная доска задач.

В нашей технологии предлагается две доски - доска преподавателя и студента (Рис. 4).

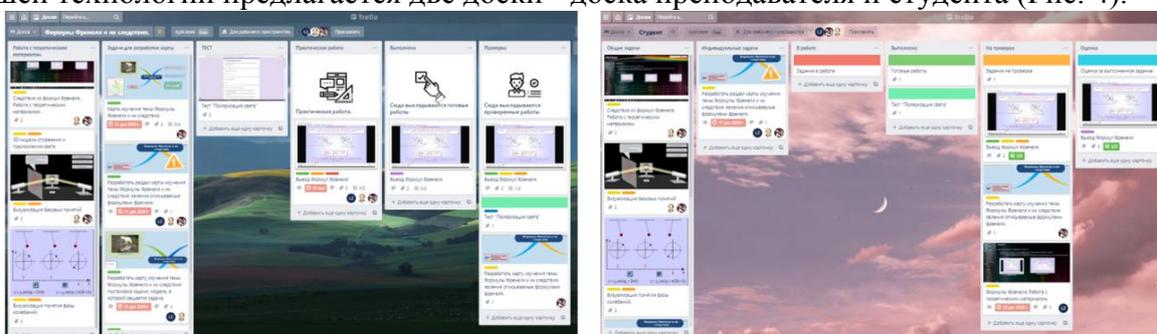


Рисунок 4. Доски преподавателя и студента

Доска преподавателя содержит разделы: учебные материалы, задания для разработки карты, практическая работа, выполнено, проверка, тест.

– Работа с теоретическим материалом содержит ссылки на теоретические материалы и комментарии к ним.

– Задачи для разработки карты позволяет организовать групповую работу - студентам предлагается, используя макет преподавательской карты с основными разделами, разработать собственную карту в соответствии с указанными заданиями:

- на основе учебных материалов (видео, анимации) отобразить физические основы явлений;
- выявить и отобразить все базовые понятия и определения, необходимые для изучения данного вопроса.

Доска студента содержит разделы: материалы, индивидуальные задачи, в работе, выполнено, на проверке, оценка. Студент и преподаватель состоят в одной команде, поэтому имеют доступ к доскам друг друга:

- студент формирует свою доску, копирую на свою доску по заданию преподавателя карточки с задачами;
- далее студент по мере выполнения перемещает карточки с задачами в соответствующие разделы и на проверку преподавателю.

В данном ресурсе есть возможность добавления в карточки с задачами комментариев, назначение и отслеживание сроков выполнения, приглашение в команду. Возможность добавления ссылок на любые онлайн ресурсы.

Представленные в работе технологии формирования новомедийных визуальных коммуникаций комплексно решают задачи организации учебного процесса. Визуальные модели позволяют детально проработать физические основы изучаемых явлений. Интеллектуальные карты и интерактивные доски позволяют организовать проектную деятельность, работу в группах, самостоятельную работу студентов. Интеллектуальные карты и интерактивные доски полностью визуализирует взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения. Представленные в работе технологии особенно продуктивны и полезны в дистанционном образовании.

Литература и источники

1. Новомедийные визуальные коммуникации как компонент реализации проектной деятельности студентов [Электронный ресурс]: URL: http://connectuniversum.tsu.ru/blog/connectuniversum2014_ru/516.html (дата обращения 30.09.2020)
2. Ландсберг Г. С. Оптика. Учебное пособие: для вузов, 6-е изд., М.: Физматлит, 2010. 848 с.
3. Нагорнова А.Ю. Актуальные проблемы современного образования [Текст]: материалы научно-практической конференции (заочной) с международным участием /Нагорнова А.Ю. - У: Зебра, 2017.-421с.
4. Воробьева В.М. Эффективное использование метода интеллект-карт на уроках [Текст]: методическое пособие/ Воробьева В.М.- М:ГБОУ «ТемоЦентр»,2013.
Научный руководитель – доц. Журавлева Л.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 577.164.2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОКОВ НА НАЛИЧИЕ ВИТАМИНА С

¹Букреева В.Д., ¹Суровая В.Э., ²Бин С.В.

¹ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

sva.htnv@kuzstu.ru, science21@mail.ru

В работе представлены результаты исследований различных соков (яблочный, апельсиновый, вишневый) разной фирмы («Сады Придония», «Добрый», «Djazzy» и «Rich»), а также свежих фруктов (апельсин, мандарин и лимон) на содержание витамина С. Используя раствор йода в йодиде калия (раствор Люголя) для обнаружения витамина С установлено, что витамин С присутствует в вишневом и апельсиновых соках, а в яблочных соках, указанного производителя он отсутствует, во всех, исследуемых свежих фруктах присутствует витамин С. Действие нитрата серебра на различные соки и свежие фрукты, показало, что витамин С присутствует в свежих фруктах и в вишневом и апельсиновых соках. Все исследования подтверждены качественными реакциями на аскорбиновую кислоту (витамин С). Рассмотрен механизм действия витамина С в организме человека, и последствия его дефицита. Приводится процентное содержание витамина С в различных пищевых продуктах и норма потребления витамина С в день. Представлены основные методы для обнаружения витамина С в пищевых продуктах, а именно титриметрический, фотометрический, флуоресцентный и качественные реакции на аскорбиновую кислоту.

Витамины незаменимы для человека, органические микрокомпоненты пищи. Без витаминов невозможно осуществление различных превращений в организме человека, они играют роль катализатора, такие превращения называют обменом веществ.

Сегодня известно всего тринадцать витаминов. Обязательно витамины должны присутствовать в рационе человека и животных, для обеспечения нормального функционирования организма, рос, развитие, иммунитет.

Впервые польский биохимик Казимир Функ получил вещество, которое вылечивало болезнь берибери и назвал его «витамин», что в переводе означает «необходимый для жизни амин» [1,2].

Механизм действия витаминов в организме человека основывается на том, что они превращаются в активные ферменты. В результате недостаток или избыток витаминов приводит к нарушению нормального функционирования организма, некоторые жизненно важные процессы вообще могут приостановиться. Витамины, входящие в ферменты, регулируют обмен веществ.

Цель работы: исследовать соки разных производителей и разного состава на наличие витамина С.

На основе поставленной цели, решались следующие задачи:

1. проработать литературу по витаминам, их полезности и влиянию на организм человека;
2. исследовать яблочные соки разных производителей на наличие витамина С;
3. определить содержание витамина С в вишневом, апельсиновом и томатном соках;
4. установить есть ли витамин С в свежем лимоне, апельсине и мандарине;
5. сравнить содержание витамина С в соках разных производителей.

Витамин С или по-другому аскорбиновая кислота окисляется под действием света, кислорода воздуха и температуре. Поэтому содержание витамина С может значительно уменьшаться при долговременном и неверном хранении продуктов питания (овощи, фрукты) [1].

Витамин С относится к классу водорастворимых витаминов, поэтому при варке, мытье продуктов питания он может исчезнуть совсем или значительно уменьшиться.

Если в организме человека дефицит витамина С то может начаться болезнь – цинга, проявляется она в потере веса, слабости, боли в сердце, одышка, утомляемость. При цинге повреждается кровеносная система: сосуды становятся хрупкими и проницаемыми. Это приводит к подкожным кровоизлияниям, кровоизлияниям и кровотечениям во внутренних органах и слизистых оболочках. При глубоком С-гиповитаминозе могут возникнуть явления (кровоточивость десен, расшатывание, разламывание и выпадение зубов), приводящие к цинге [2, 3].

Много витамина С в болгарском перце, салате, капусте, хрене, укропе, плодах черной смородины, ягодах рябины, в незрелых грецких орехах, облепихе, особенно много в цитрусовых. Картофель также относится к основным повседневным источникам витамина С. Из непищевых источников витамином С богаты хвоя, листья черной смородины, грецкого ореха и шиповник. А также витамин С содержится в мясе и рыбе 1–5 мг на 100 г рыбы или мяса, в печени пресноводных рыб 30 – 170 мг на 100 г рыбы [4].

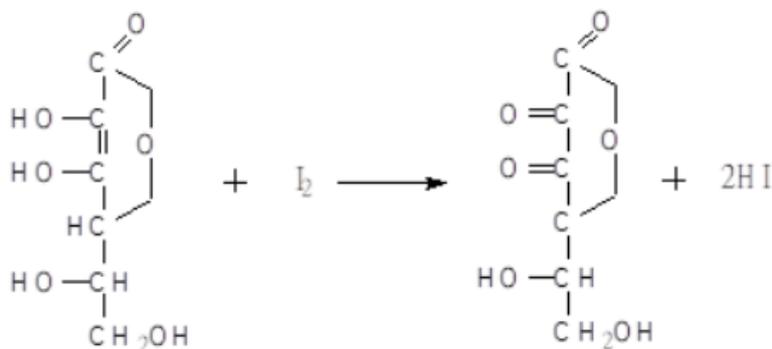
В день человек должен употреблять в пищу витамина С в порядке 100 – 120 мг.

Существует несколько методов для обнаружения витамина С: титриметрический, фотометрический, флуоресцентный [5] и качественные реакции на аскорбиновую кислоту.

Образцами для исследования были соки: яблочный трех производителей («Сады Придония», «Добрый» и «Djazzy») обозначим их образцы 1, 2 и 3; вишневый сок («Сады Придония», «Добрый») – образцы 4 и 5; апельсиновый сок («Djazzy») – образец 6; томатный сок («Rich») – образец 7; свежий апельсин, мандарин и лимон, образцы 8, 9 и 10 соответственно.

Для обнаружения витамина С в несколько пробирок налили по 10 капель дистиллированной воды и по 2 мл соков образцов 1 – 7. Затем добавили немного раствора Люголя (раствор йода в йодиде калия).

Аскорбиновая кислота, окисляясь превращается в дегидроаскорбиновую по реакции:



Затем тоже самое провели со свежими фруктами: апельсином, мандарином и лимоном.

В пробирках с образцами 4, 5 и 6 наблюдалось обесцвечивание раствора Люголя, что характерно для витамина С, поскольку он восстанавливает молекулярный йод до йодистоводородной кислоты.

Поэтому можно сделать вывод, что витамин С присутствует в вишневом и апельсиновых соках, а в яблочных соках, указанного производителя он отсутствует.

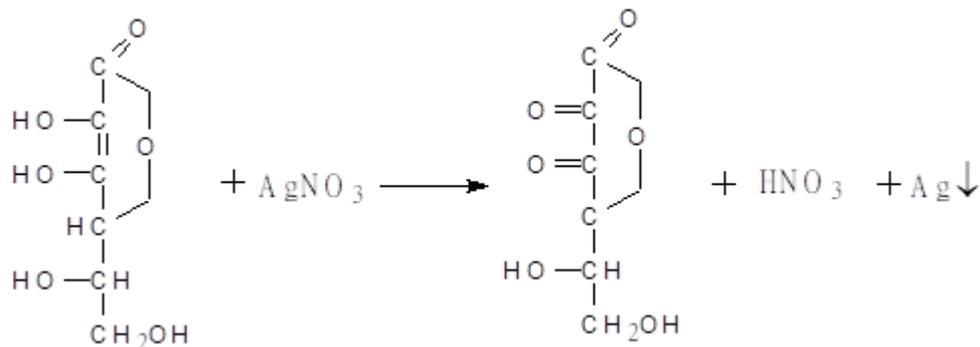
С образцами 8, 9 и 10 произошло тоже самое, при нанесении нескольких капель раствора йода на только что порезанные фрукты, раствор Люголя тоже обесцветился. Это свидетельствует, что в свежих фруктах присутствует витамин С.

Качественная реакция на витамин С, используя $\text{Ag}(\text{NO}_3)_2$

В несколько пробирок внесли по 10 капель образцов 1 – 7, затем добавили по 2 капли 1% раствора $\text{Ag}(\text{NO}_3)_2$.

Аналогичный эксперимент провели со свежими фруктами: апельсином, лимоном и мандарином. На нарезанные кусочки внесли несколько капель раствора $\text{Ag}(\text{NO}_3)_2$.

При добавлении нитрата серебра к витамину С выпадает осадок в виде металлического серебра:



В результате проведенного исследования установили, что осадок в виде металлического серебра выпал в вишневом и апельсиновом соках (образцы 4, 5 и 6), также образовался на поверхности образцов 8, 9 и 10. Поэтому можно сделать вывод о том, что в указанных объектах присутствует аскорбиновая кислота, а в яблочных соках (образцы 1, 2 и 3) – отсутствует.

Литература и источники:

1. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н., Петрова Г.В, Филиппова А.В. Витамины. Эколого-биологические аспекты применения. Монография. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2017. – 240 с.
2. Теплова А.И. Витамины и минералы для жизни и здоровья. – Санкт-Петербург: Издательство «СпецЛит», 2016. – 111 с.
3. Шапиро Я.С. Биологическая химия. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 312 с.
4. Сафронова Т.М., Дацун В.М., Максимова С.Н. Сырье и минералы рыбной промышленности. – СПб.: Лань, 2021. – 336 с.
5. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

УДК 620.193

ТОНКОСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ – КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИОННОГО ДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

¹Суровая В.Э., ²Бин С.В.

¹ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

sva.htnv@kuzstu.ru, science21@mail.ru

В работе представлен аналитический обзор существующих способов защиты металлов от коррозионного действия окружающей среды, а также альтернативные методы борьбы с коррозией. Рассмотрены металлические защитные катодные (для стали являются Cu, Ni, Sn, Ag) и анодные (цинк на железе) покрытия. Приведен механизм электродного процесса при контакте металл с электролитом, движущей силой которого является разность химических потенциалов ионов металла. Показан процесс термического метода нанесения защитной оксидной пленки на поверхность никеля, установлено, что данный процесс осуществим за 6 мин при температуре $T=573\text{K}$. Выявлено, что существуют металлы, которые могут самопроизвольно покрываться защитными оксидными или гидроксидными пленками, такой процесс называется пассивацией. Возможность использования ингибиторов пленкообразователей, а также фосфатных пленок, как способов защиты от коррозии.

Показано, что фосфатные пленки, покрытые лаком, позволяют повысить коррозионную стойкость железа в $5 \cdot 10^3$ раз. Подробно изучен химический метод нанесения покрытий, в частности щелочной и кислотный способ нанесения никеля на металлическую поверхность. Установлено, что кислотный способ преобладает, им удается получить сплошную пленку никеля.

Многие металлы в условиях их эксплуатации окисляются и покрываются защитной оксидной пленкой, в том числе и наноразмерной становятся более устойчивыми к влиянию агрессивной среды [1–4].

К серьезным последствиям приводит коррозия металлических материалов, ввиду потерь функциональных свойств металлоконструкций. Сегодня общий металлофонд Земли, включающий металлоконструкции, машины, оборудование и т.д., варьируется около 6,5 млрд т, что примерно 30% от всего объема произведенного металла. Во всем мире выплавляли стали по итогам 2018 г. примерно 1,8 млрд т, за I полугодие 2019 г. выплавляли 925 млн т (в том числе в Китае ~ 492 млн т, в США – около 44 млн т, в России – около 36 млн т). Наблюдается ежегодное возрастание производства стали примерно на 4,9% [1].

В качестве покрытий используют различные материалы: металлические и неметаллические, в частности лаки, краски, пластмассы, фосфатные, нитридные и оксидные пленки, в том числе и наноразмерные. Последние образуются на поверхности металлов при соприкосновении с воздухом или при искусственном оксидировании с использованием сильных окислителей (азотной кислоты, дихромата калия и др.) или под действием температуры [2], воздействии светового излучения [3] или в атмосфере газообразного аммиака [4].

Металлические покрытия по характеру защитного действия против коррозии разделяют на катодные и анодные [5-6]. К катодным относятся покрытия, электродные потенциалы которых в данной среде имеют большие значения, чем потенциал основного металла.

В этом случае металл может быть защищен от коррозии лишь при условии целостности покрытия. При повреждении катодного покрытия (или наличии пар) возникает гальванический элемент, в котором основной металл (с меньшим потенциалом) служит анодом и растворяется. Примерами катодных покрытий из стали являются Cu, Ni, Sn, Ag.

Анодные покрытия характеризуются меньшими значениями электродных потенциалов, чем потенциал основного металла. Примером анодного покрытия может служить цинк на стали. При обыкновенной температуре на воздухе на поверхности цинка образуется оксидная пленка, защищающая его от дальнейшего окисления. В растворе электролита анодное покрытие, в частности цинк на железе, растворяется и тем самым защищает от коррозии основной металл, являющийся в возникшей гальванической паре катодом [6].

Электрохимическая коррозия (ЭХК) – самопроизвольный процесс, идущий на металле в условиях, когда металл погружен в раствор электролита и ток от внешнего источника через него не проходит. При контакте металла с электролитом на границе раздела фаз протекает электродный процесс до установления динамического равновесия [7]: $Me \leftrightarrow Me^{n+} + ne$

Движущей силой перехода металла в раствор (возникновения электродного потенциала) является разность химических потенциалов ионов металла в растворе и металле. В металле она, как правило, выше, чем в растворе, и переход ионов металла в раствор приводит к уменьшению энергии Гиббса в системе. Протекание реакции приводит к перераспределению электрических зарядов между поверхностью металла и раствором, которые из-за электростатического притяжения друг к другу располагаются вблизи поверхности электрода. В результате на границе раздела металла и раствора возникает двойной электрический слой.

В основе теории электрохимической коррозии лежит понятие о коррозионных микрогальванических элементах, действующих на поверхности металла при его контакте с электролитом. Чистые металлические поверхности практически всех металлов,

соприкасающиеся с атмосферой, содержащей кислород, немедленно покрываются пленками своих оксидов. Металлы, в ряду напряжений до водорода, вытесняют его из кислот [5].

На поверхности металлов в редких случаях самопроизвольно появляются защитные оксидные или гидроксидные пленки, тормозящие реакцию. Такой процесс глубокого торможения окисления металлических конструкций называется *пассивностью*, а состояние металла при этом – пассивным состоянием.

Фосфатные пленки, покрытые лаком, позволяют повысить коррозионную стойкость железа в $5 \cdot 10^3$ раз. Перспективными в практике противокоррозионной защиты являются методы, основанные на создании на поверхности металла пассивных пленок непосредственно из самой среды, минуя дополнительные стадии нанесения. С этой целью, например, можно дозировать в среду соответствующие вещества ингибиторы [6].

Использование ингибиторов пленкообразователей имеет ряд преимуществ перед другими способами противокоррозионной защиты: нет необходимости в использовании сложного и дорогостоящего оборудования; отсутствуют затраты энергии на осуществление защиты; отпадает надобность в дополнительных специальных стадиях защитной обработки, пленка формируется на всей поверхности металла; необходимые для защиты металла концентрации пленкообразователей невелики.

Методы нанесения защитных слоев можно разделить на термические, химические и электрохимические.

Термические методы применяются редко, т.к. окисление металлов при высокой температуре вызывает коробление деталей, однако если речь идет о наноразмерных металлических изделиях, то данный метод весьма успешен [2, 9].

На рисунке 1 в качестве примера приведены спектры поглощения наноразмерной пленки никеля ($d = 36$ нм) до и после термической обработки при $T=573$ К. Из рисунка видно, что в процессе термообработки образуется защитная оксидная пленка на поверхности никеля. Весь процесс окисления протекает буквально за 6 мин.

Химические методы нанесения покрытий осуществляют при более низких температурах и без наложения электрического тока. Электрохимические методы используют окислительно-восстановительные процессы на электродах электролизера.

Широкое распространение получил процесс химического никелирования, позволяющий получить на деталях сложной конфигурации равномерные осадки, отличающиеся высокими декоративными качествами, малой пористостью и вместе с тем большой твердостью и износостойкостью.

Процесс химического никелирования основан на восстановлении ионов никеля гипофосфитом в водных растворах. Реакция восстановления никеля имеет ступенчатый характер. Первой стадией процесса является разложение гипофосфита водой с выделением атомарного водорода [8]: $\text{NaN}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaN}_2\text{PO}_3 + 2\text{H}$

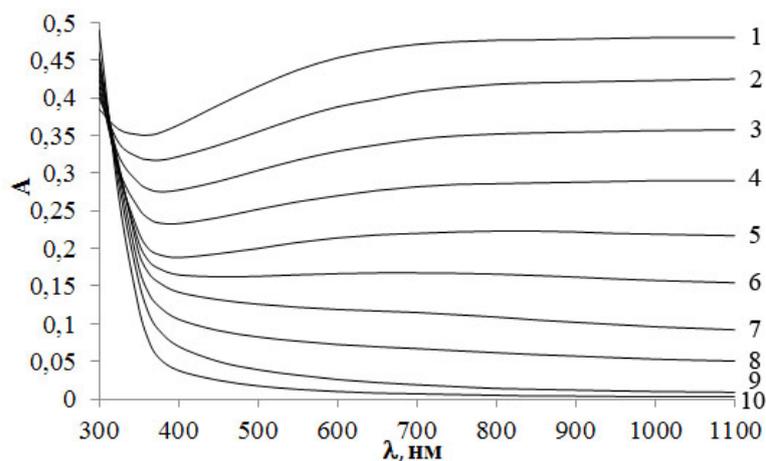


Рис. 1. Спектры поглощения пленки никеля ($d = 36$ нм) до (1) и после термической обработки при $T = 573$ К: 2 – 15 с, 3 – 30 с, 4 – 50 с, 5 – 80 с, 6 – 110 с, 7 – 180с, 8 – 220 с, 9 – 290 с, 10 – 340 с.

Водород, адсорбируясь на поверхности деталей, вступает в реакцию с ионами никеля, в результате чего выделяется металлический никель: $Ni^{2+} + 2H = Ni + 2H^+$

Одновременно атомарный водород восстанавливает фосфор, который включается в состав покрытия: $H_3PO_3 + 3H = P + 3H_2O$

Для стабилизации скорости процесса никелирования в растворы добавляют соединения с буферными свойствами, поддерживающие значения рН в определенных пределах (молочная кислота, уксуснокислый, лимоннокислый, гликолевокислый натрий и др.). Для предупреждения выпадения в осадок фосфита никеля и повышения устойчивости растворов в них вводят комплексообразователи: в щелочной раствор – аммиак и лимоннокислый натрий, в кислый – аминокислоту (глицин).

Литература и источники:

1. Пустов Ю.А. Коррозия и защита металлов. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2020. – 216 с.
2. Суевой Э.П. Бин С.В., Суевая В.Э., Бугерко Л.Н. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках никеля // Журнал физической химии. 2014. Т. 88. № 12. С. 1970 – 1976.
3. Суевой Э.П. Бин С.В., Суевая В.Э., Бугерко Л.Н. Кинетика фотостимулированных превращений в наноразмерных пленках висмута // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 9. С. 1565-1571.
4. Суевой Э.П. Бин С.В., Суевая В.Э., Бугерко Л.Н. Закономерности формирования наноразмерных пленок нитрида меди // Неорганические материалы, 2016. - Т. 52. - №. 12. - С. 1300–1305.
5. Рахимова, Д. Ф. Metalorrosion. Electroplating (Защита от металлов от коррозии. Гальванотехника): учебно-метод. пособие / Д. Ф. Рахимова, О. И. Лефтерова, Я. В. Ившин – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. – 152 с.
6. Москвичев, Ю. А. Теоретические основы химической технологии / Ю. А. Москвичев, А. К. Григоричев, О. С. Павлов. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 272 с.
7. Рогова Л.И., Крупнов Л.В. Коррозия металлов. – Норильск: НГИИ, 2019. – 134 С.
8. Ракоч, А. Г. Современные жаростойкие материалы и системы металл – покрытие: высокотемпературное окисление сплавов на основе $\gamma TiAl$ и их микродуговое окислирование: курс лекций / А. Г. Ракоч, А. А. Гладкова, Ю. А. Пустов, И. В. Бардин. – Москва: Издательство «МИСИС», 2015. – 48 с.

9. Суrowой Э.П., Бугерко Л.Н., Суrowая В.Э., Бин С.В. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках висмута // Журнал физической химии, 2012. Т. 86, № 4. – С. 702.

УДК 543.544.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОБРАЗЦАХ СНЕГА, ОТОБРАННЫХ ВБЛИЗИ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Бородачев Н.М.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Home-789@mail.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – группа соединений содержащих в своей структуре два и более конденсированных бензойных кольца. Основными источниками попадания ПАУ в окружающую природную среду являются предприятия энергетического комплекса, автомобильный транспорт, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В основе практически всех техногенных источников ПАУ лежат термические процессы, связанные со сжиганием и переработкой органического сырья: нефтепродуктов, угля, древесины, мусора, пищи, табака и др. Многие соединения этого класса обладают выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами, поэтому содержание их в объектах окружающей среде строго регламентируется.

Актуальность работы заключается в необходимости оценки степени загрязненности зон, близких к крупным промышленным объектам Кемеровской области, являющихся потенциальными источниками загрязнения объектов окружающей среды полиароматическими веществами. Цель исследования – качественный анализ концентрата талого снега на наличие 14-и основных ПАУ методом ВЭЖХ.

Методика пробоподготовки заключалась в экстрагировании гексаном концентрата воды на магнитной мешалке в течении 30 минут, разделении фаз, упаривании полученной смеси досуха с последующим растворением остатка в ацетонитриле.

Анализ проб проводился на жидкостном хроматографе Shimadzu CL-20 Prominences элюентом ацетонитрил/вода в течение 30 минут на колонке PerfectBond ODS-HD C-18, 250·3,0mm (5µm), с использованием спектрофотометрического диодно-матричного детектора. Режим элюирования – градиентный, скорость 0,5 мл/мин [1].

Стандартные образцы готовили из набора СОП полиядерных ароматических углеводородов, путем разбавления их в ацетонитриле до концентраций в диапазоне 8-20 мкг/мл и с последующим приготовлением стандартной смеси из четырнадцати полиароматических углеводородов. Стандартную смесь хроматографировали в указанных выше условиях. По хроматограммам определяли времена удерживания соответствующих углеводородов. Полученные значения времени удерживания компонентов стандартной смеси использовали для идентификации веществ в пробе снега.

Полученные хроматограммы образцов снега обнаруживают значительное количество пиков (до 30 различных компонентов), что говорит о загрязненности образцов веществами, имеющими неполярную природу. Следует отметить, что содержание полиароматических углеводородов в пробах, отобранных на разных исследуемых участках области, незначительно варьируется по качественному составу. Качественный анализ проводили сравнивая времена удерживания компонентов анализируемого образца с временами удерживания стандартных образцов ПАУ, кроме того, использование спектрофотометрического детектора позволяет проводить дополнительную идентификацию по спектрам поглощения веществ в видимой и ближней ультрафиолетовой области. Практически во всех образцах снега удалось идентифицировать следующие полиароматические углеводороды: фенантрен, антрацен,

флуорантен, пирен, хризен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а, h)антрацен.

Литература и источники

1. Методика измерений массовых концентраций полициклических ароматических углеводородов в питьевых, природных и сточных водах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Текст]: ПНД Ф 14.1:2:4.70-96. – Москва 2012 г.

Научный руководитель – к. пед. н., доцент Булгакова О.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 543.544.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И МЕДЕ

Власова Е.Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

99Vlasova99Kate@mail.ru

В современном мире далеко не каждый человек может придерживаться правильного питания и вести здоровый образ жизни. Вследствие чего возникает недостаток в организме жизненно важных органических веществ - витаминов. С точки зрения химии они имеют различную химическую структуру, являются биологическими катализаторами химических реакций, проходящих в живой клетке, необходимыми для нормального обмена веществ и жизнедеятельности организма. Поэтому в данный период на рынке существует большое количество поливитаминных комплексов, создатели которых уверяют нас в высоком содержании витаминов и различных минеральных элементов. Хорошим источником витаминов являются продукты натурального происхождения, такие как фрукты, овощи, мясная продукция, мед.

В работе представлены результаты определения содержания витаминов группы В, а именно В₆ и В₁, и аскорбиновой кислоты в поливитаминном комплексе и в образцах меда.

Для определения витаминов используют различные методы анализа, такие как: титриметрический, ферментный, фотоколориметрический, спектрофотометрический, метод инверсионной вольтамперометрии и др [1-4].

Для высокоточного качественного и количественного анализа смеси витаминов в современный период большой спрос имеет метод ВЭЖХ, отвечающий всем требованиям и стандартам.

Анализ проводили на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence, с использованием хроматографической колонки PerfectBond ODS-HD C-18, 250·3,0mm (5µm), диодно-матричного спектрофотометрического детектора SPD- M20A, позволяющего проводить измерения в диапазоне от 190 до 800 нм, температура термостата колонки 30°C, подвижная фаза – ацетонитрил и фосфатный буфер (рН = 2,5) в объёмном соотношении 10:90, скорость потока подвижной фазы 0,3 мл/мин, режим элюирования – изократический [5].

По результатам анализа были построены калибровочные зависимости и определены времена удерживания стандартных растворов витаминов.

Проведен анализ поливитаминного комплекса на содержание витаминов В₆ и В₁, и С. Анализ состоял из нескольких этапов. Во-первых, была проведена пробоподготовка поливитаминного комплекса, состоящая из измельчения анализируемой навески и экстракции витаминов сантимольярным раствором соляной кислоты при 40°C в течение 10 минут [5]. Вторым этапом было проведение измерений, подбор условий хроматографирования, обеспечивающих оптимальное разделение пиков компонентов пробы. В третьем пункте работы предстояло провести идентификацию имеющихся на хроматограмме пиков

анализируемых веществ. Заключительный этап представлял собой вычисления и оформления результатов измерений.

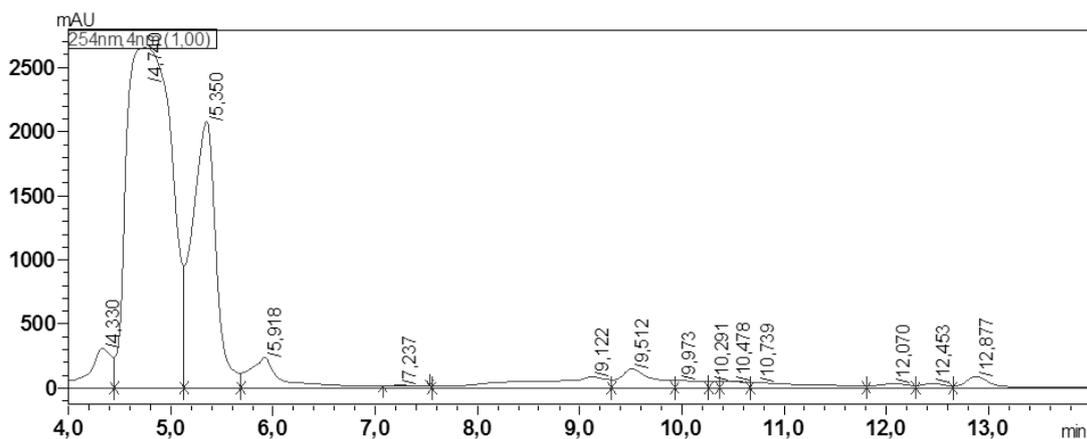


Рисунок 1. Хроматограмма поливитаминного комплекса

На рисунке 1 представлена хроматограмма поливитаминного комплекса. В таблице 1 указаны времена удерживания анализируемых компонентов пробы. Как видно из представленных данных в анализируемом образце поливитаминного комплекса обнаружены исследуемые витамины. По результатам количественного анализа содержание витаминов В₁, В₆ и С в образцах поливитаминного комплекса оказалось ниже заявленного производителем. Также из рисунка 1 видно, что добиться полного разделения пиков аскорбиновой кислоты ($t_r = 4,74$ мин) и витамина В₁ ($t_r = 4,33$ мин) нам не удалось.

Таблица 1.

Времена удерживания витаминов В₁, В₆ и аскорбиновой кислоты

t_r , мин	Компонент
4,33	В ₁
4,74	Аскорбиновая кислота
5,92	В ₆

С целью определения содержания анализируемых витаминов в образцах мёда был проведен анализ двух различных образцов. Первый образец представлен медом из Кузбасса, второй является медом из Горного Алтая.

Анализ образцов меда проводился со следующей модификацией условий хроматографирования: подвижная фаза – ацетонитрил и вода в объёмном соотношении 30:70. Идентификация витаминов В₁, В₆ и С производилась по сравнению спектров поглощения компонентов пробы со спектрами стандартных образцов. В обеих пробах обнаружены витамины В₁ и В₆. Аскорбиновая кислота не найдена. Представлены результаты проб меда массой около 2г.

В таблице 2 можно сделать вывод о том, что в образце меда «Алтай» обнаружено большее количество витамина В₆, а образец меда «Кузбасс» содержит большее количество витамина В₁.

Таблица 2.

Содержание витаминов В₁ и В₆ в образцах меда

	Кузбасский мед, мг/г	Алтайский мед, мг/г
В ₁	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$
В ₆	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$

Литература и источники

1. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987. 364с.
 2. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия: учеб. для вузов 3-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2008. 638 с.
 3. Чупахина Г.Н., Масленников П.В. Методы анализа витаминов: Практикум. М.: КГУ, 2004. 36 с.
 4. Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: учебник.-3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1998. 704с.
 5. М-02-902-146-08. Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых витаминов методом ВЭЖХ.-М.:СПб, 2008.-16с.
- Научный руководитель – к. х. н., доцент Рамазанова Г.О., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».*

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПАЛЛАДИЙ-ЖЕЛЕЗО

Колупахина И. Е.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

borisenko.i.e@yandex.ru

В работе представлены результаты исследования электрохимического поведения палладия и взаимного влияния компонентов бинарной системы Pd-Fe при совместном электроосаждении на поверхность твердого инертного электрода в режиме инверсионной и циклической вольтамперометрии. Показано, что при использовании фоновых хлоридных электролитов выбранные условия позволяют определить фазовый состав и провести элементный анализ наноструктурированных объектов Pd-Fe.

Наноструктурированная система палладий-железо обладает превосходными магнитными и каталитическими свойствами, которые определяют разнообразные области её применения в виде пленочных покрытий, порошков. Функциональные свойства таких систем используются при создании средств магнитной записи, катализаторов процессов выделения водорода. В связи с этим актуальной является проблема создания методов синтеза и анализа систем палладий-железо различной пространственной организации. Целью работы является исследование электрохимического поведения палладия в режиме инверсионной вольтамперометрии, исследование взаимного влияния компонентов бинарной системы Pd-Fe при совместном электроосаждении металлов на поверхность твердого инертного электрода.

Работа выполнялась с использованием полярографа ПУ-1 и потенциостата Versa STAT3 в трехэлектродных ячейках методами инверсионной и циклической вольтамперометрии. В качестве фоновых электролитов использовали 0,1 М раствор HCl и 0,5 М раствор NaCl. Индикаторным электродом являлся торцевой стеклоуглеродный электрод, вспомогательным – цилиндрический стеклоуглеродный электрод, электродом сравнения- хлоридсеребряный (в 0,1 М KCl).

Условия проведения эксперимента: потенциал накопления – -0,500 В; амплитуда –1,7; время накопления – 60 с; время успокоения – 10 с; скорость развертки – 0,1 В/с; объём фонового электролита –10 мл.

Электрохимическое поведение палладия исследовалось в хлоридных электролитах различной кислотности. При этом вносили переменные объемы стандартного раствора ионов палладия в фоновый раствор и после каждой добавки регистрировали вольтамперную кривую в режиме, сочетающем предварительное накопление при потенциале -0,5 В с линейным циклированием потенциала. Из рис.1 видно, что на вольтамперных кривых наблюдается два пика окисления. Более катодный пик относится к процессу десорбции атомарного водорода,

более анодный пик является фазовым пиком палладия и отражает его окисление с поверхности электрода. При увеличении концентрации ионов палладия (II) происходит рост указанных аналитических сигналов. Получены зависимости тока фазового пика палладия и площади пика от концентрации ионов палладия в различных электролитах. Параметры линейных зависимостей приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Параметры зависимости силы тока пика палладия от концентрации

Фоновый электролит	$E_p(\text{Pd})$, мВ	$E_p(\text{H})$, мВ	Уравнение прямой $I(\text{Pd})=f(c)$, c , мМ	Уравнение прямой $Q(\text{Pd})=f(c)$, c , мМ
0,1 М HCl	410	-230	$1073c - 0,73$	$1381c - 0,57$
0,5 М NaCl	400	-270	$756c - 0,37$	$1024c - 0,84$

Электрохимическое поведение бинарной системы палладий-железо. Предварительно осуществлялось накопление палладия на поверхности электрода и регистрировалась кривая анодного окисления. Для этого внесли стандартный раствор ионов палладия ($c(\text{Pd}^{2+}) = 3,63 \cdot 10^{-4}$ М) в фоновый раствор и зарегистрировали ВА-кривую при потенциале накопления $-0,5$ В. Затем в ячейку вносили различные объемы стандартного раствора ионов Fe (II) и регистрировали ВА-кривые после каждой добавки (Рис.1). Установлено, что присутствие ионов железа не оказывает влияния на процесс электроосаждения палладия при относительно высоких потенциалах накопления, вплоть до $-0,8$ В. Изменения формы вольтамперных кривых зарегистрированы только в условиях образования осадка железа на поверхности электрода ($E_{\text{пл}} = -1,1$ В). Они заключались в формировании дополнительных пиков тока при потенциалах 80 мВ и 330 мВ. Положение фазового пика палладия не изменилось. Ток пика в области 80 мВ уменьшается при проведении катодного накопления, предположительно этот пик относится к процессу окисления ионов двухвалентного железа, которые находятся в электролизере. Также появление указанного сигнала может объясниться смещением процесса десорбции H в более анодной области в присутствии металлического железа на поверхности электрода. Анодный пик при потенциале 330 мВ принадлежит процессу окисления двойной фазы Pd_xFe_y .

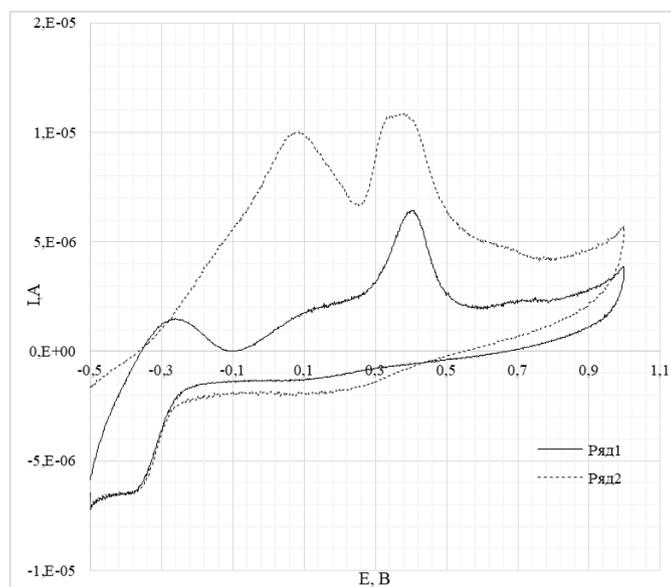


Рисунок 1. Циклические вольтамперные кривые, полученные в 0,5 М NaCl в отсутствие (1) и в присутствии (2) ионов железа. $E_{\text{пл}}$, В: 1– $-0,5$; 2– $-1,1$; $c(\text{Fe}^{2+}) = 3,35 \cdot 10^{-2}$ М; $c(\text{Pd}^{2+}) = 7,03 \cdot 10^{-3}$ М.

Таким образом, бинарная система Pd-Fe характеризуется выраженным взаимным влиянием компонентов при их совместном электроосаждении. Установлено, что циклическая ВА в хлоридных средах может быть использована для определения фазового состава наноструктурированных объектов Pd-Fe, элементный вольтамперометрический анализ может быть проведен при условии привлечения методов математической обработки сигналов.

Научный руководитель – к.х.н. доцент Иванова Н. В. ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ РЫБ

Крысецкая Д.А., Щетинин С.Е.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

dasha.crysetskaya@gmail.ru

В работе представлены результаты инверсионно-вольтамперометрического (ИВ) анализа биологических объектов – тканей и органов пресноводных рыб на содержание тяжелых металлов: цинка, свинца, кадмия и меди. Получены линейные калибровочные зависимости токов пиков окисления от концентрации ионов металлов в растворе. Проведен ИВ-анализ проб мышц, икры, печени и жабр серебряного карася и плотвы обыкновенной с использованием ртутно-пленочного индикаторного электрода. Полученные данные показали, что содержание металлов существенно варьируется в зависимости от вида органа/ткани, концентрации кадмия, свинца и меди в мышцах рыб не превышают ПДК.

Актуальность представленной работы обусловлена необходимостью контроля содержания вредных примесей, таких как тяжелые металлы, в различных экологических объектах. Известно, что загрязнение окружающей среды носит глобальный характер, поскольку токсичные вещества в окружающей среде распространяются далеко за пределы своего первоначального местонахождения, оказывая вредное воздействие на растения, животных и человека. К особенностям тяжелых металлов и их соединений относится способность к биоаккумуляции, например, медь, свинец, кадмий, цинк активно накапливаются в тканях и органах рыб в течение всей жизни, поэтому, содержание тяжелых металлов может быть использовано в качестве индикатора токсической нагрузки на организмы животных и растений, обитающих в водной среде. Для метода инверсионной вольтамперометрии характерны низкие пределы обнаружения, относительная экспрессность, возможность определения значительного числа химических элементов и многих органических соединений, невысокая стоимость анализа.

Целью исследования является определение цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии в различных органах и тканях рыб. Для анализа были получены следующие пробы: мышечные ткани, жабы, печень и икра серебряного карася (*Carassius gibelio*) и плотвы обыкновенной (*Rutilus rutilus*), место отлова – пруды ОАО «Азот» г.Кемерово, река Томь, село Ажандарово, Кемеровская область.

Работа выполнялась на вольтамперометрическом анализаторе ТА-2 в трехэлектродных ячейках методом инверсионной вольтамперометрии в условиях стандартной методики, рекомендованной ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06. При определении в качестве фонового электролита использовался 0,2 М раствор муравьиной кислоты. Индикаторным электродом в данном случае являлся ртутно-пленочный. Анодные пики цинка, кадмия, свинца и меди зарегистрированы при потенциалах -1,12 В, -0,73 В, -0,53 В, -0,19 В (относительно 1 М хлоридсеребряного электрода сравнения).

Исследовано влияние концентраций ионов металлов на параметры соответствующих пиков окисления и построены калибровочные зависимости. Варьирование времени

накопления показало, что оптимальным является значение 60 с, однако для снижения предела обнаружения его можно увеличивать вплоть до 200 с.

Прямолинейные зависимости тока пика от концентрации ионов металлов в изученном диапазоне (10^{-5} – $5 \cdot 10^{-5}$ мг/мл) соблюдается, токи пиков удовлетворительно воспроизводятся во времени. Полученные при построении калибровочных кривых результаты позволили перейти к анализу проб.

Подготовка средних проб тканей и органов рыб для ИВ-анализа начиналась с ее растворения: к навеске гомогенизированной пробы добавляли концентрированную азотную кислоту. Пробу упаривали до влажного осадка. Повторно четырехкратно обрабатывали пробу добавляя азотной кислоты и концентрированной перекиси водорода. Выдерживали на электрической плите до тех пор, пока проба полностью не растворилась. После чего упаривали раствор до половины объема и охлаждали. Упаренную пробу доводили до 10 мл бидистиллированной водой. Аликвота подготовленного для анализа минерализата составляла от 50 до 400 мкл. Установлено, что все пробы характеризуются повышенным содержанием цинка (от 10 до 70 мкг/кг), кадмий либо отсутствует (в пределах чувствительности методики), либо обнаруживается в следовых количествах. Содержание свинца находится в пределах 0,1-3 мг/кг, в пробах печени и икры обнаружено повышенное содержание меди – на уровне 5-8 мг/кг, в отличие от проб иных органов и тканей (до 3 мг/кг).

Проведенный ИВ-анализ позволил установить отсутствие превышения ПДК кадмия, свинца и меди в мышцах рыб. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в пресноводной рыбе составляют, мг/кг: Zn – 40; Cd – 0,2; Pb – 1; Cu – 10.

Научные руководители – к.х.н. доцент Иванова Н. В., к.б.н., доцент Лучникова Е.М. ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 543.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В ПОЧВАХ МЕТОДОМ КЪЕЛЬДАЛЯ

Никишова Е.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

e.nickishova@yandex.ru

В работе представлены результаты определения общего азота в почвах методом Кьельдаля, обсуждаются химические превращения, протекающие при проведении анализа, возможности и ограничения используемого метода. В соответствии с содержанием общего азота почвы разделены на несколько категорий.

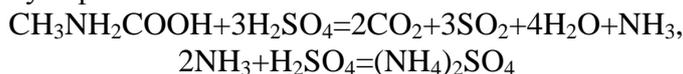
В атмосфере планеты Земля на долю газообразного азота приходится 78%, он химически инертен и не может быть использован живыми организмами. Чтобы восполнить его запасы на земной поверхности, существует круговорот азота в природе (азотфиксация). Его содержание в почвах обусловлено фиксацией атмосферного азота с помощью азотофиксирующих (дiazотрофических) бактерий, а также минеральный азот поступает в почву вместе с осадками.

Определение общего азота показывает содержание как минерального, так и органического азота в почвах. Минеральный азот составляет всего 5% от общего азота и, в основном, присутствует в почвах в виде аммонийной, нитритной и нитратной групп. На органический азот приходится 93–98% и находится он в виде аминов, амидов, белков, аминокислот и др [1]. В зависимости от типа почвы, её гранулометрического состава и окультуренности варьируется содержание общего азота в почвах. Его тем больше, чем больше содержание гумуса. Больше всего гумуса содержится в чернозёмах, меньше всего в бурых и серо-бурых пустынных почвах. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью замены метода анализа определения общего азота по ГОСТ 26107-84 в почвах на более инновационный аппаратный метод в следствие недостаточно высокой экспрессности, невысокой точности, трудоёмкости

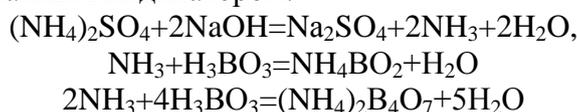
работы [2]. Целью работы является организация и осуществление научно-исследовательской деятельности.

Анализируемые почвы были отобраны в Иркутской, Кемеровской, Томской областях из-под жилых домов, автозаправочных станций, гидроотвалов и насыпей. Почвы отбирались по визуальной характеристике. Стандартный образец является торфяным, массовая доля органического вещества 30%, содержание общего азота 1,29%.

По методу Кьельдаля обнаруживают весь азот, находящийся в почве (общий азот). Озоление почвы серной кислотой проводят в конических колбах при нагревании на электропечи. Серная кислота при нагревании выступает в роли окислителя. Она переходит в оксид SO₂, который восстанавливает азот до аммиака. Аммиак, соединяясь с серной кислотой, переходит в сульфат аммония.



Затем отгоняют аммиак. В колбу Кьельдаля с сожженной пробой почвы добавляют дистиллированную воду, приливают едкий натр и устанавливают колбу в отгонный аппарат. При взаимодействии гидроксида натрия с сульфатом аммония выделяется аммиак, который через газоотводную трубку, проходящую внутри холодильника, поступает в приемную колбу с борной кислотой и смешанным индикатором:



Аммиак связывает часть кислоты. Оставшийся борат аммония оттитровывают раствором серной кислоты до изменения зеленой окраски в красно-фиолетовую. В результате анализа находят общее содержание азота в почве, которое характеризует почву в целом.

Анализ по ГОСТ 26107-84 проводился три раза, проверялась воспроизводимость результатов, прецизионность, сходимость.

Полученные при исследовании результаты представлены в таблице 1

Таблица 1

Результаты анализа почв

№ п/п	№ пробы	V титранта, мл	N _{общ} , %
1	21-1	29,2	0,40
2	21-2	3,3	0,05
3	03-21 (0,5 м)	23,4	0,32
4	03-21 (1 м)	22,1	0,21
5	169-1	18,7	0,13
6	2281	18,5	0,25
7	2273-2	2,8	0,03
8	холостая	0,06	0,00
9	контрольная	79	1,10

Метод используется для исследования почв с содержанием общего азота 0-3%, но при этом не распространяется на почвы с массовой долей органического вещества более 25%.

Полученные данные позволяют сделать вывод от том, что, в соответствии с содержанием общего азота, исследуемые почвы можно отнести к песчаным (содержание общего азота 0,03-0,06%), глинистым (содержание общего азота ~0,1%), каштановым (содержание общего азота 0,1-0,2%), черноземным (0,3-более%). Полный диапазон рабочей методики по ГОСТ 26107-84 охватить не удастся, т.к. чем больше органического вещества в почве, тем больше погрешность анализа, поэтому для определения общего азота в почвах с высоким показателем гумуса следует прибегнуть к использованию инструментальных методов.

Литература и источники

1. Положение «О классификации почв и пород по составу» <https://studfile.net/preview/4385591/page:3/>, дата обращения – 06.04.2021)
2. ГОСТ 26107-84. Грунты. Методы определения общего азота – М.:Изд-во стандартов., 1984. –1-16 с. (<https://docs.cntd.ru/document/1200023433>, дата обращения – 06.04.2021).
3. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа МИ 2335-35. Рекомендации ГСИ. Екатеринбург, 1995. 36 с (<https://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/01-41/03.html>, дата обращения – 06.04.2021).
Научный руководитель – к.х.н. доцент Иванова Н. В., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

СОСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОСОБИЯ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДАМ АНАЛИЗА

Павлова Т. В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

tatnyapavlova@mail.ru

Глобальный интернет и всеобщая компьютеризация, телевидение и новые информационные технологии конкретным образом изменили менталитет нового поколения студентов. Работа с компьютером формирует особый, мозаичный тип восприятия информации, следствием чего становится перцептивное мышление обучающихся, для которого визуальный образ выходит на первый план, а вербальность вытесняется на второй. В современном обществе постоянно увеличивается объем и скорость появления новой информации. Это требует от учащихся более эффективных навыков работы с книгой, справочниками и другими источниками, включая ресурсы сети Интернет. Для эффективной работы с большими объемами информации необходимо уметь выделять главное, умение анализировать, сравнивать, классифицировать, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать выводы, выстраивать план действий и т.д. Графические схемы являются мощным визуальным инструментом для развития перечисленных умений и навыков. Использование графического структурирования информации дает ряд преимуществ также и в работе преподавателя. Учебный материал представляется наглядно, за счет чего выделяются ключевые понятия и логические связи между ними. Снижаются трудности усвоения темы студентами, что связано с возрастающим объемом информации получаемой в ВУЗе [2].

Актуальность темы заключается в следующем: графические учебные материалы позволяют наглядно раскрыть тему, помогают систематизировать информацию для обучающихся, способствуют усвоению данного материала.

Цель: составление учебных графических материалов для учебного пособия по спектральным методам анализа.

В качестве основных задач определены:

1. Ознакомление с изданными и рекомендованными учебными материалами по спектральным методам анализа.
2. Систематизация изученного материала для учебного пособия по спектральным методам анализа.
3. Проецирование учебных графических материалов для учебного пособия по спектральным методам анализа в виде инфографики, таблиц и схем.

Учебное пособие содержит следующие разделы, соответствующие рабочей программе дисциплины «Спектральные методы анализа»:

1. Классификация спектральных методов анализа;
2. Методы инфракрасной спектроскопии;
3. Спектроскопия комбинационного рассеяния света;

4. Фотонная корреляционная спектроскопия;
5. Рентгеновская спектроскопия;
6. Современные тенденции развития спектроскопических методов анализа.

Для каждого раздела были созданы схемы, таблицы, рисунки и инфографика. Ниже представлена часть учебных графических материалов для учебного пособия по спектральным методам анализа. Каждый раздел завершается вопросами по темам для самоконтроля студентов при изучении дисциплины.

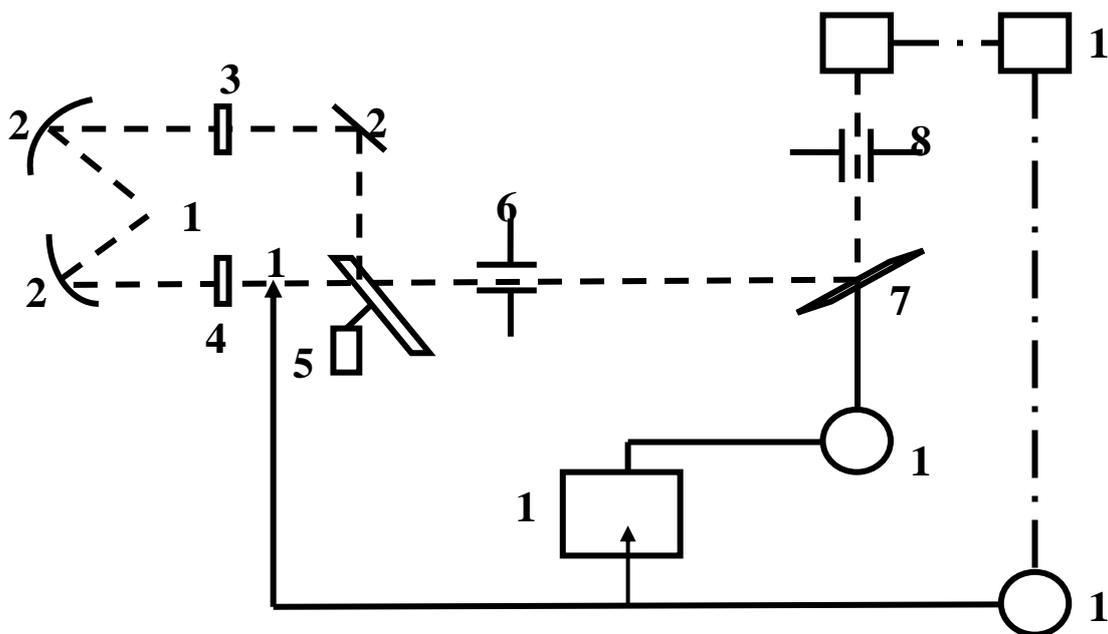


Рисунок 1. Блок-схема двухлучевого сканирующего ИК-спектрометра

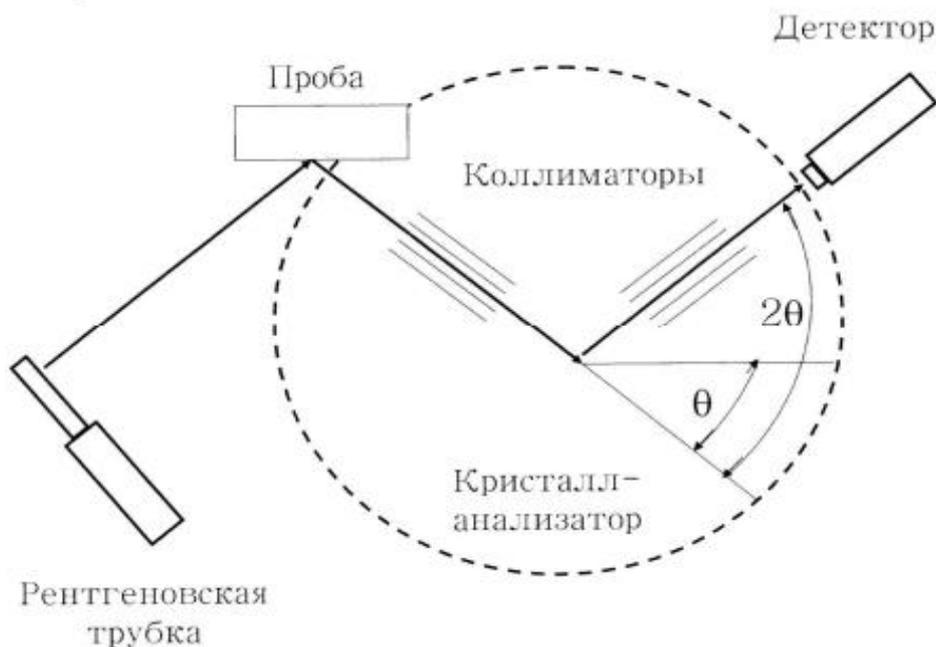


Рисунок 2. Схема рентгенофлуоресцентного спектрометра с волновой дисперсией

Литература и источники

1. Кознов, Д. В. Основы визуального моделирования / Д.В. Кознов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2018. - 248 с.

2. Тимофеев, А.В. Информатика и компьютерный интеллект / А.В. Тимофеев. - М.: Педагогика, 2014. - 128 с.
 3. Бауэр, Ф.Л. Информатика. Вводный курс / Ф.Л. Бауэр, Г. Гооз. - М.: Мир, 2015. - 760 с. 4. Грайс, Д. Графические средства персонального компьютера / Д. Грайс. - М.: Мир, 2017. - 376 с.
 5. Васильева, В. И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие для вузов / В. И. Васильева; под ред. В. Ф. Селемеева, В. Н. Семенова. – Санкт – Петербург: Лань, 2014. – 412с.
 6. Грибов, Л. А. Электронно-колебательные спектры многоатомных молекул. Теория и методы расчета / Л. А. Грибов, В. И. Баранов, Д. Ю. Зеленцов. – М.: Наука, 1997. – 476 с.
- Научный руководитель – к.х.н., доцент Рамазанова Г.О., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 541.64:547.538

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Пыкин А.Л.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

pkinaleksey@icloud.com

По данным ВОЗ в настоящее время летальность от сердечно-сосудистых заболеваний в мире составляет треть от общего числа смертей [1]. Поэтому разработка новых синтетических биоматериалов, которые могут применяться в медицине в качестве заменителей тканей и сосудов, протезов сердечных клапанов, представляет большой интерес и является актуальным направлением в науке. Перспективными материалами для указанных целей могут служить криогели поливинилового спирта (ПВС) – макропористые вязкоупругие полимерные гели, получаемые в результате криогенной обработки (замораживание-оттаивание) растворов поливинилового спирта. Криогели являются нетоксичными, биосовместимыми материалами, но для применения в медицинских целях необходимо оптимизировать их физико-механические свойства. Одним из возможных способов модифицирования может быть введение в полимерную матрицу углеродных нанотрубок (УНТ) [2]. Углеродные нанотрубки представляют собой наноразмерные свернутые в цилиндр листы графена. Они обладают рядом уникальных свойств: огромной удельной поверхностью, высокой прочностью, способностью к химическим превращениям. Механические свойства полученного нанокompозита зависят от характера взаимодействия полимерной матрицы и углеродного нанонаполнителя, а также от качества распределения наночастиц в объеме криогеля. В связи с чем особенно важен функциональный состав поверхности углеродных нанотрубок [3].

Целью настоящей работы является получение нанокompозитных криогелей на основе поливинилового спирта и углеродных нанотрубок с улучшенным межфазным взаимодействием и механическими свойствами.

В качестве вещества для получения полимерной матрицы использовали линейный поливиниловый спирт с молекулярной массой 89,000-98,000 и степенью гидролиза ацетатных групп 99+% (Sigma Aldrich, США). В качестве нанонаполнителя исследовали одностенные углеродные нанотрубки диаметром 1.6 ± 0.4 нм, и длиной > 5 мкм ($\geq 93\%$ углерода в виде основного компонента, Sigma-Aldrich, США).

Углеродные нанотрубки функционализировали карбоксильными группами и полимерными цепями линейного поливинилового спирта. Окисление проводили действием различных окислителей (рис. 1): 1) смесью концентрированных серной и азотной кислот в соотношении 3:1 по объему в течение 6 часов при комнатной температуре и ультразвуковом воздействии; 2) перманганатом калия в среде 0,5 н. серной кислоты. После чего нанотрубки

отфильтровывали, тщательно промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции среды и сушили до постоянной массы при температуре 60°C. Методом кислотно-основного титрования по Бюэму определили количество карбоксильных групп на поверхности углеродных нанотрубок. Также полученные наночастицы анализировали методом ИК-спектроскопии. Функционализацию окисленных нанотрубок поливиниловым спиртом осуществляли реакцией этерификации карбоксилированной углеродной нанотрубки с полимером в присутствии пиридина и 1-этил-3-(3-диметиламинопропил)карбодиимида, продукт осаждали в ацетоне. Модифицирование УНТ поливиниловым спиртом было подтверждено результатами теста на растворимость частиц в горячей воде.

Для получения нанокомпозитов наночастицы предварительно диспергировали в растворителе (вода или смесь диметилсульфоксида (ДМСО) с водой) под действием ультразвукового дезинтегратора. Устойчивость полученной дисперсии определяли при визуальном анализе после 14 дней выдерживания дисперсий. С оригинальными и модифицированными нанотрубками получали криогели поливинилового спирта с концентрацией полимера 15% масс и концентрацией углеродного материала 0,1% от массы полимера. Для этого к дисперсии наночастиц в выбранном растворителе добавляли сухой полимер, полученную смесь нагревали до 90°C при перемешивании до полного растворения полимера, далее смесь охлаждали до комнатной температуры, разливали по формам и выдерживали при температуре -40°C в течение 24 часов, после чего оставляли при 2-5°C на 12 часов и размораживали при 12°C в течение 12 часов. Композиты были подвергнуты трем описанным циклам криоструктурирования, после чего отмыты дистиллированной водой от остатков несшитого полимера и растворителя (в случае диметилсульфоксида). Механические свойства полученных образцов тестировали методом одноосного растяжения на универсальной испытательной машине серии Z «Zwick/Roell» (Германия). Образцы для исследования готовили на вырубном прессе ZCP 020 (Zwick GmbH & Co. KG, Германия) с использованием ножа специальной формы (B083, соответствующий стандарту ISO 37:2017) (n = 4 или 5).

Способность ПВС к образованию гидрогелей обусловлена высоким содержанием гидроксильных групп в его структуре. Это связано с образованием кристаллических центров в растворах полимера при замораживании, то есть образованием участков упорядоченного полимера, где вода вытеснена, а цепи полимера образуют между собой прочные водородные связи.

Поверхность УНТ не содержит функциональных групп, в результате чего взаимодействие наноапполнитель-полимерная матрица в композитах возможно только за счет слабых сил Ван дер Ваальса. В процессе окисления на поверхности УНТ происходит образование карбоксильных групп, что подтверждается присутствием полосы поглощения в области 1746 см⁻¹, характерной для валентных колебаний алифатических С=О или СООН-групп по данным ИК-спектроскопии. Методом кислотно-основного титрования по Бюэму определили, что эффективность окисления перманганатом калия в кислой среде почти в 5 раз выше, чем смесью кислот.

Водные дисперсии нефункционализированных УНТ не стабильны за счет агломерации нанотрубок. Вследствие чего, нанокомпозиты, полученные с использованием оригинальных УНТ, были неоднородными даже при визуальном анализе. Равномерность распределения УНТ в воде при диспергировании значительно повышается при использовании окисленных перманганатом калия нанотрубок. Лучшие результаты получаются при диспергировании в воде УНТ, модифицированных ПВС, т.к. в процессе обработки смесь нагревается и происходит полное растворение модифицированных ПВС трубок.

Для получения однородных дисперсий УНТ в качестве растворителя была также исследована система диметилсульфоксид-вода, соотношения компонентов в указанной смеси были выбраны на основании анализа литературных данных. Оказалось, что равномерность

распределения как оригинальных, так и модифицированных УНТ в смеси 60% ДМСО+40% H₂O и 60%H₂O+40% ДМСО выше, чем в H₂O.

Было получено 15 различных нанокомпозитных криогелей: поливиниловый спирт (ПВС); поливиниловый спирт/углеродные нанотрубки (ПВС-УНТ); поливиниловый спирт/окисленные смесью кислот углеродные нанотрубки (ПВС-УНТ-СООН); поливиниловый спирт/ окисленные перманганатом калия углеродные нанотрубки (ПВС-УНТ-СООН-КМnO₄); поливиниловый спирт/модифицированные поливиниловым спиртом углеродные нанотрубки (ПВС-УНТ-ПВС) в 3 растворителях (H₂O; 60% ДМСО+40% H₂O; 60% H₂O + 40% ДМСО). Также для сравнения были получены криогели не содержащие наночастиц. Результаты теста на механические свойства представлены в таблице 1.

Самыми прочными оказались образцы, не содержащие УНТ и содержащие модифицированные ПВС УНТ, приготовленные с использованием воды. Включение в состав композита УНТ, УНТ-СООН и УНТ-СООН-КМnO₄ привело к статистически значимому снижению прочности на разрыв водных гидрогелей. Такой эффект может быть связан с агломерацией УНТ в объеме растворителя, и, как следствие, образованием центров повышенного напряжения, а также препятствием к упорядочиванию полимерной основы, которое происходит при образовании криогеля.

Нанокомпозиты, приготовленные с использованием в качестве растворителя смеси ДМСО-H₂O (60/40), содержащие УНТ оказались прочнее чистого гидрогеля, приготовленного на том же растворителе, в 4 раза, также прочностные свойства были значительно улучшены для композитов, содержащих УНТ-СООН и УНТ-ПВС.

Относительное удлинение нанокомпозитов с добавкой углеродного материала, диспергированного в воде и в смеси ДМСО-H₂O (40/60) оказалось меньше по сравнению с образцом без добавки углеродных нанотрубок. Обратная зависимость наблюдается для композитов при приготовлении которых для диспергирования использовали смесь ДМСО-H₂O (60/40).

Добавка углеродного материала приводит к уменьшению модуля Юнга для образцов, приготовленных с использованием воды, модуль Юнга увеличивается при использовании смеси ДМСО-H₂O

Таблица 1. Физико-механические свойства полученных криогелей

Растворитель Название	H ₂ O	60% ДМСО + 40% H ₂ O	60% H ₂ O + 40% ДМСО
	Предел прочности, МПа		
ПВС	1,702±0,445	0,360±0,060	0,735±0,073
ПВС-УНТ	0,630±0,042	1,230±0,046	0,893±0,310
ПВС-УНТ-СООН	0,443±0,080	0,66±0,099	0,708±0,161
ПВС-УНТ-СООН- КМnO ₄	1,175±0,078	0,380±0,080	1,043±0,077
ПВС-УНТ-ПВС	1,440±0,130	0,736±0,178	0,917±0,089
Относительное удлинение, %			
	H ₂ O	60% ДМСО + 40% H ₂ O	60% H ₂ O + 40% ДМСО
ПВС	550,3±87,4	466,0±85,4	761,8±57,1
ПВС-УНТ	283,5±14,9	581,3±36,7	572,7±34,9
ПВС-УНТ-СООН	257,7±33,8	516,5±92,6	499,3±43,9
ПВС-УНТ-СООН- КМnO ₄	421,5±20,5	326,3±13,0	667,3±27,2
ПВС-УНТ-ПВС	440,0±37,0	518,3±72,8	599,0±48,0
Модуль Юнга, МПа			
	H ₂ O	60% ДМСО + 40% H ₂ O	60% H ₂ O + 40% ДМСО
ПВС	0,214±0,023	0,087±0,005	0,095±0,005

ПВС-УНТ	0,150±0,017	0,216±0,020	0,143±0,009
ПВС-УНТ-СООН	0,152±0,009	0,157±0,015	0,150
ПВС-УНТ-СООН- KMnO ₄	0,196±0,005	0,125±0,017	0,130±0,008
ПВС-УНТ-ПВС	0,187±0,011	0,148±0,024	0,125±0,005

Следует отметить, что при приготовлении всех композиционных материалов важную роль играет однородность распределения углеродного наполнителя, чем более однородно распределение его частиц в растворителе, тем лучше физико-механические свойства нанокompозита. Для получения позитивной динамики прочности нанокompозитных криогелей на основе поливинилового спирта и углеродных нанотрубок возможно изменение концентрации УНТ.

Литература и источники

1. Всемирная организация здравоохранения: сердечно-сосудистые заболевания [Электронный ресурс]// https://www.who.int/cardiovascular_diseases/ru/ (дата обращения 09.04.2021)
2. Cui, Z. Application of biomaterials in cardiac repair and regeneration / Z. Cui, B. Yang, R. Li. – Canada, 2016. – 8 p.
3. Елецкий, А.В. Углеродные нанотрубки / А.В. Елецкий // Успехи физических наук. – 1997.– №9. – С. 945-972

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

УДК 547

ПОИСК МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(СТИРОЛ-БЛОК-ИЗОБУТИЛЕН-БЛОК-СТИРОЛ)А И ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК. ПРОВЕДЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Степанова Д. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

DariaStepanov@yandex.ru

На сегодняшний день все более востребованными для применения в медицинских целях становятся синтетические полимерные материалы, способные имитировать ткани и органы человеческого организма и воспроизводить их функции. Важными свойствами таких материалов являются их гибкость, биосовместимость, отсутствие иммунной реакции организма. В то же время высокомолекулярные соединения, применяемые в данной области, часто требуют улучшения механических свойств и гемосовместимости, чего добиваются различными способами модифицирования, одним из которых является инкорпорирование в состав полимерной матрицы углеродных наночастиц [1]. Углеродные наноматериалы обладают высокими механическими характеристиками, в частности, прочность углеродных нанотрубок (УНТ) превышает прочность стали. Однако следует отметить, что добиться существенного улучшения свойств полимера возможно только в результате качественного распределения нанонаполнителя в его объеме, для чего исследователи используют ультразвуковое диспергирование и функционализацию углеродных наночастиц.

Целью данной работы является получение полимерных композитов на основе биосовместимого поли(стирол-блок-изобутилен-блок-стирол)а и мультитенных углеродных нанотрубок немодифицированных и функционализированных додециламином.

Задачи: модифицирование мультитенных углеродных нанотрубок додециламином, получение нанокompозитов, изучение структуры композитов методом оптической микроскопии, оценка контактного угла смачивания водой, проведение механических испытаний.

Для реализации поставленных задач в качестве полимерной основы использовали поли(стирол-блок-изобутилен-блок-стирол) (СИБС) с молекулярной массой 40000 Да и содержанием стирола 30%; мультитенные углеродные нанотрубки (Sigma-Aldrich, США) диаметром 50-90 нм и содержанием основного вещества > 95%; додециламин (Sigma-Aldrich, США, 98%); серную кислоту (98%); азотную кислоту (70%); хлороформ (>99,9%); этиловый спирт (96%).

Модифицирование наночастиц додециламином проводили в два этапа по методике Ferreira [2]. На первом этапе УНТ окисляли смесью азотной и серной кислот (3:1 по объему) под действием ультразвука в течение 6 часов при комнатной температуре. После чего УНТ отфильтровывали, промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции среды и сушили при 60°C до постоянной массы. Полученные УНТ, содержащие карбоксильные группы, распределяли в объеме додециламина под действием механического перемешивания и нагревали до 100°C в течение 4 дней. Отделяли полученные наноматериалы с помощью вакуумной фильтрации, промывали этиловым спиртом и сушили в термостате при 60°C до постоянной массы. Для оценки стабильности дисперсий немодифицированные и функционализированные наночастицы диспергировали в хлороформе и выдерживали в течение 14 дней. Результат оценивали при визуальном наблюдении.

На основе немодифицированных и функционализированных УНТ и СИБС готовили нанокомпозиты с содержанием нанонаполнителя 2%, 4%, 8% и 16% по массе. Нанотрубки взвешивали и диспергировали в хлороформе под действием автоматического ультразвукового дезинтегратора UD-20 (TECHPAN, Польша) с выходной мощностью 180 Вт, частотой около 22 кГц и амплитудой колебаний 8-16 мкм. Общее время ультразвукового воздействия составило 45 мин. Далее раствор СИБС в хлороформе добавляли к полученной дисперсии и вновь подвергали действию ультразвука в том же временном режиме. Методом полива из раствора готовили композитные пленки, которые сушили на воздухе при комнатной температуре в течение 24 часов.

Каплю готовой дисперсии углеродных нанотрубок в полимере наносили на предметное стекло, сушили от растворителя и исследовали с помощью оптического микроскопа при увеличении 1000. Контактный угол смачивания нанокомпозитов водой оценивали методом «сидячей капли». Для исследования механических свойств полученные образцы нанокомпозитов подвергали одноосному растяжению на универсальной испытательной машине серии Z (Zwick GmbH & Co. KG, Германия). Исследуемые полимерные пленки вырубали при помощи ножа в форме гантели и подвергали одному циклу нагружения с постоянной скоростью 50 мм·мин⁻¹ до разрыва. Фиксировали значения предела прочности материала на разрыв, относительное удлинение и модуль Юнга.

Модифицированные додециламином нанотрубки продемонстрировали улучшение стабильности дисперсии наночастиц в течение двух недель по сравнению с немодифицированными УНТ.

В результате проведенного исследования были получены нанокомпозитные пленки на основе поли(стирол-блок-изобутилен-блок-стирол)а и мультитенных нанотрубок оригинальных и функционализированных додециламином с содержанием нанонаполнителя 2%, 4%, 8% и 16%. Образцы при макроскопическом анализе имели однородную структуру и гладкую поверхность без видимых дефектов. Анализ полученных материалов методом оптической микроскопии показал относительно однородное распределение частиц в полимерной матрице как для модифицированных, так и для немодифицированных УНТ.

При оценке краевого угла смачивания исследуемых нанокомпозитов отметили снижение контактного угла смачивания водой для нанокомпозита с модифицированными нанотрубками с содержанием 4% (99°±5,3) до 66,2°±8,7 для композита 16%, стоит отметить, что контактный угол для чистого полимера составлял 94,1°±1,7. При этом наблюдали ряд статистически значимых различий между образцами чистого полимера и оригинальных и

модифицированных нанотрубок с содержанием наполнителя 8%, 16%. Так же наблюдали статистически значимые различия между образцами немодифицированных и модифицированных нанотрубок с содержанием нанонаполнителя 4% и 8%; 4% и 16%. Материалы со значением контактного угла смачивания ниже 90° могут быть характеризованы как гидрофильные, остальные исследуемые образцы, как гидрофобные. Изменение гидрофильности поверхности полимерных пленок может быть связано с большей шероховатостью материалов, содержащих УНТ.

Результаты проведенного нами испытания показали статистически значимые ($p < 0.05$) различия между контрольным образцом (чистым СИБС) и всеми группами исследуемых нанокомпозитов. Максимальные значения прочности $4,5 \pm 0,78$ МПа и $4,5 \pm 0,3$ МПа были получены для нанокомпозитов СИБС-УНТ-2% и СИБС-УНТ-додециламин-2%, что почти в два раза превысило значение того же параметра для чистого СИБС ($2,3 \pm 0,15$ МПа). Увеличение содержания УНТ в составе нанокомпозитов привело к достоверному снижению прочности по сравнению с 2% (табл. 1), однако не было отмечено достоверных различий между композитами с содержанием УНТ 4, 8, 16%. Такой эффект может быть связан с агломерацией УНТ при увеличении концентрации и, как следствие, возникновением дополнительных центров напряжения при механической нагрузке. Несмотря на улучшение стабильности дисперсий, предел прочности композитов, содержащих модифицированные нанотрубки не отличался статистически значимо от образцов, инкорпорированных немодифицированными УНТ, что может быть обусловлено меньшим содержанием основного вещества в модифицированных формах. Для всех образцов было отмечено увеличение Модуля Юнга, характеризующего жесткость материалов, с ростом содержания наночастиц в составе композита (табл. 1). При этом максимальные значения были зафиксированы для образцов СИБС-МУНТ 16% и СИБС-МУНТ-Додециламин 16%, превышающие жесткость чистого СИБС почти в 10 раз. Широкий разброс значений Модуля Юнга в рамках одной выборки (стандартное отклонение) может быть связан с неравномерным распределением частиц в полимерной матрице.

Таблица 1. Механические свойства полимерных нанокомпозитов

Название нанокомпозита	Напряжение, МПа	Относительное удлинение, %	Модуль Юнга, МПа
СИБС 0% (контроль)	$2,3 \pm 0,15$	$588,9 \pm 69,4$	$2,8 \pm 0,5$
СИБС-УНТ-2%	$4,5 \pm 0,78^*$	$637,9 \pm 128,9$	$6,0 \pm 0,9$
СИБС-УНТ-4%	$3,9 \pm 0,5^*$	$615,8 \pm 79,4$	$6,8 \pm 1,5$
СИБС-УНТ-8%	$3,1 \pm 0,1^*$	$427,3 \pm 34,2^*$	$12,6 \pm 1,2^*$
СИБС-УНТ-16%	$3,5 \pm 0,6^*$	$173,1 \pm 45,9^*$	$34,0 \pm 10,0^*$
СИБС-УНТ-додециламин-2%	$4,5 \pm 0,3^*$	$795,0 \pm 69,3^*$	$3,5 \pm 0,5$
СИБС-УНТ-додециламин-4%	$3,7 \pm 0,4^*$	$628,7 \pm 47,6$	$5,3 \pm 1,2$
СИБС-УНТ-додециламин-8%	$3,9 \pm 0,3^*$	$508,1 \pm 32,8$	$9,4 \pm 0,6^*$
СИБС-УНТ-додециламин-16%	$3,6 \pm 0,4^*$	$186,0 \pm 33,6^*$	$27,7 \pm 5,4^*$

* - $p < 0,05$ при сравнении с контролем.

Модуль Юнга нанокомпозитов увеличивался постепенно с ростом концентрации УНТ в составе композитов, в то время как относительное удлинение (эластичность) образцов снижалось с $588,9 \pm 69,4$ % для чистого СИБС до $173,1 \pm 45,9$ % и $186,0 \pm 33,6$ % для СИБС-УНТ-16% и СИБС-УНТ-додециламин-16% соответственно. При этом при одинаковом содержании

нанонаполнителя изменения были меньшими для нанокомпозитов, содержащих модифицированные додециламином УНТ.

В результате проведенного исследования была показана принципиальная возможность получения нанокомпозитов на основе немодифицированных и функционализированных додециламином мультистенных углеродных нанотрубок и поли(стирол-блок-изобутилен-блок-стирол)а. Было отмечено увеличение предела прочности на разрыв полимера при введении в состав УНТ в количестве от 2 до 16% по массе, а также увеличение жесткости и снижение эластичности нанокомпозитов по сравнению с чистым полимером. Гидрофильность СИБС увеличивалась с включением в состав УНТ.

Литература и источники

1. Narayan, R. Nanobiomaterials / R. Narayan // Cambridge: Woodhead Publishing - 2018. - P. 357–384.
2. Ferreira, F.V. Carbon nanotube functionalized with dodecylamine for the effective dispersion in solvents / F.V. Ferreira, W. Francisco, B.R.C. Menezes, L.D.S. Cividanes, A. dos R. Coutinho, G.P. Thim // Appl. Surf. Sci. - 2015. - V. 357. - P. 2154–2159.

*Научный руководитель – к. х. н., доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии
Ткаченко Татьяна Борисовна ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».*

УДК 544.032.1

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ КЛАСТЕРА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПРОДУКТА В КРИСТАЛЛАХ АЗИДА СЕРЕБРА

Вакуло А.Е., Султанова А.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет

avakulo@bk.ru, slogans1930@gmail.com

Экспериментально показано влияние магнитного поля различной неоднородности на скорость образования кластера промежуточного продукта при электрополевым разложением нитевидных кристаллов азидов серебра. Сделано предположение, что время формирования кластера промежуточного продукта определяется скоростью выхода наиболее подвижных катионов серебра на поверхность кристалла, а магнитное поле ускоряет данный процесс в зависимости от силовой характеристики. Отмечено, что в предварительно обработанных в магнитном поле образцах через сутки хранения после инициирования разложения контактным электрическим полем не фиксируется образование промежуточного продукта, в то время как в образцах, хранящихся после воздействия электрическим полем в магнитном поле до растворения, обнаружено образование полупродукта и даже по времени раньше, чем без магнитного поля, что согласуется с результатами, полученными при хранении в бесконтактном электрическом поле. Отмечены видимые различия промежуточного продукта от газообразного, выделяющегося во время энергетического воздействия с внешней поверхности образцов (по размерам, плотности, растворимости). Кроме этого, экспериментально установлена нестабильность промежуточного продукта разложения азидов серебра, так как выделение его прекращается через определенное время (до 40 часов) в зависимости от условий хранения образцов.

Многими авторами, изучающими физико-химические процессы в азидовых тяжелых металлов, отмечалась особенность образцов продолжать выделять газообразные продукты после выключения источника энергетического воздействия [1].

Также обнаружено, что если образцы выдержать более суток после воздействия, а затем растворить, то наблюдаются пузырьки газообразного продукта, имеющие средние размеры около 70 мкм, не всплывающие, а оседающие на дно кюветы, и в отличие от молекулярного азота, растворяются в течение примерно 20 минут. Этот продукт – нестабилен, и его назвали «промежуточный продукт». Этот термин также вписывается в предложенный ранее механизм разложения азидов тяжелых металлов [1]. Также следует отметить, что при освещении промежуточного продукта монохроматическим светом (550 нм) происходит увеличение объема пузырька почти в 3 раза.

В данной работе экспериментально показано, что магнитное поле, имея слабые энергетические характеристики, обнаруживает достаточно сильное влияние на процесс разложения, инициированного контактным электрическим полем в режиме монополярной инъекции дырок в азиде серебра, а именно на скорость образования кластера промежуточного продукта.

Методика экспериментов. В первой серии экспериментов реакция разложения запускалась контактным электрическим полем (напряженностью 300 В/мм, материал контактов – галлий), затем кристаллы азидов серебра помещали между полюсами регулируемого электромагнита на определенное заданное время до растворения (наблюдение пост-процессов). Вектор индукции магнитного поля был направлен перпендикулярно рабочей грани (010) и его значение варьировали в широких пределах – от магнитного поля Земли до 1 Тл. Во второй серии экспериментов, образцы предварительно подвергали обработке магнитным полем и только потом запускали реакцию разложения контактным электрическим полем. Количественный

анализ продуктов разложения проводили с использованием метода Хилла [2]. В чем состояла идеология проведения данных экспериментов.

Предполагалось, что в первом случае магнитное поле оказывает либо не оказывает воздействие на процессы, протекающие в образце после инициирования реакции электрополевого разложения. Во втором случае, магнитное поле может только перед запуском химической реакции внести какие либо изменения в образце, т.е. в анионную, катионную подрешетки или дефектную структуру (примеси и краевые дислокации).

Ранее в нашей лаборатории было показано эффективное влияние магнитного поля при его совместном действии с контактным электрическим полем. Причина такого влияния – действие электрической и магнитной составляющей силы Лоренца [3].

В рамках исследований настоящей работы показано, что магнитное поле оказывает влияние на время образования кластера промежуточного продукта электрополевого разложения, а также на его количество, которое фиксируется по объему пузырьков, видимых в окуляр микроскопа с увеличением на 120. Отметим, что в предварительно обработанных в магнитном поле образцах азида серебра примерно через сутки хранения после инициирования разложения контактным электрическим полем не фиксируется образование промежуточного продукта.

В образцах, хранящихся после воздействия электрическим полем в магнитном поле до растворения обнаружено образование полупродукта и даже по времени раньше, чем без магнитного поля, что согласуется с результатами, полученными при хранении в бесконтактном электрическом поле (Рис.1).

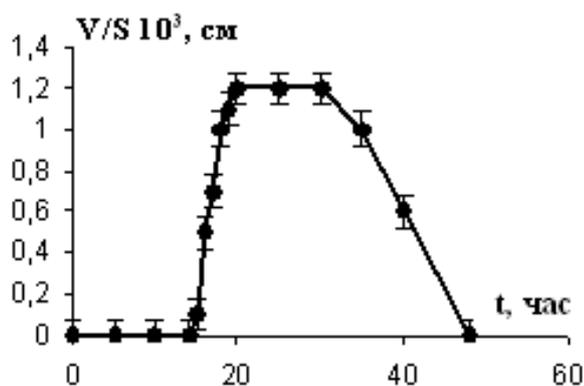


Рисунок 1. Зависимость относительного объема промежуточного продукта от времени хранения кристаллов азида серебра в магнитном поле

Если принять ранее выдвинутое предположение, о том, что время формирования кластера полупродукта разложения определяется скоростью выхода наиболее подвижных катионов серебра на поверхность, то роль магнитного поля может заключаться в ускорении этого процесса за счет внутреннего электрического поля, возникающего из-за наличия магнитоэлектрического эффекта [3]. Однозначного ответа на вопрос, почему предварительно обработанные магнитным полем кристаллы азида серебра в последствие не обнаруживают промежуточного продукта, на данный момент времени не существует. В этом случае можно наблюдать только газообразные продукты во время энергетического воздействия и после него в течение 20-30 минут.

Литература и источники

1. Захаров, В.Ю. Медленное разложение азидов серебра и свинца / В.Ю. Захаров, В.И. Крашенинин – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. 168 с.
2. Neal, H.G. A microgazometric procedure / H.G. Neal // Nature. 1953. – V.172. – P. 30.

3. Крашенинин, В. И. Реакционная способность кристаллов азида серебра в постоянном и переменном магнитных полях / В. И. Крашенинин, Л. В. Кузьмина, М.А. Дорохов, В. Е. Храмченко // *Материаловедение*. – 2005. – № 10. – С. 14–18.

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

УДК 544.032.65

**ЛАЗЕРНОЕ ИНИЦИИРОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ
НАНОЧАСТИЦЫ «ЯДРО-ОБОЛОЧКА»**

Галкина Е. В., Ладченко Е. Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Galkina.uskova@yandex.ru

Аннотация. Взрывчатые вещества (ВВ) широко используются в связи со значительным удешевлением и ускорением проходческих работ в горнодобывающей промышленности и строительстве. Негативными последствиями является огромное число техногенных катастроф при эксплуатации, хранении и транспортировке ВВ, сопровождающиеся как значительными материальными потерями, так и человеческими жертвами. Основная задача работы – исследование современного варианта модели теплового взрыва в микроочаговом варианте, необходимого для оптимизации составов оптического детонатора. Ранее 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. В работе показано, что возрастание критической плотности энергии инициирования при увеличении толщины оксидной оболочки связано с возрастанием необходимой для ее разогрева энергии, исследованы кинетические закономерности процесса.

Добавки включений алюминия радиуса порядка ста нанометров позволяют многократно снизить критическую плотность энергии лазерного инициирования ряда вторичных взрывчатых веществ, в частности – пентаэритрита тетранитрата (PETN). Однако наночастицы алюминия, как и большинства других металлов, быстро покрываются диэлектрической прозрачной в видимом диапазоне оболочкой, имеющей существенно другие, по сравнению с металлическим ядром, физико-химические свойства (плотность, теплопроводность, теплоемкость и др.). Целью работы является исследование модели теплового взрыва инициирования быстрого разложения композитов PETN – наночастицы алюминия со структурой «ядро-оболочка» импульсом лазера, разработка пакета прикладных программ для расчетов кинетических закономерностей процесса эволюции рассматриваемой системы в поле лазерного излучения. Актуальность работы определяется как фундаментальными задачами развития теории теплового взрыва в микроочаговом варианте, так и прикладными задачами оптимизации состава капсуля оптического детонатора для уменьшения вероятности и последствий возникновения техногенных катастроф при проведении проходческих и вскрышных работ.

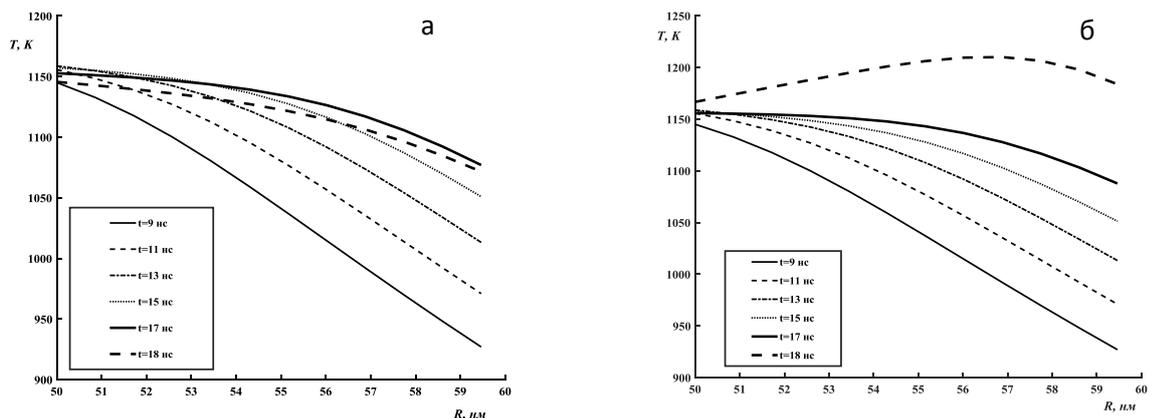


Рисунок 1 Распределение температуры в композите PETN – наночастицы алюминия радиуса 50 нм с оболочкой 15 нм при максимальной плотности энергии, при которой не происходит взрывного разложения (а) и минимальной – при которой инициируется взрывное разложение (б). Моменты времени после максимума импульса указаны в легенде

В [1,2] для сенсibilизации PETN использованы наночастицы алюминия, никеля, кобальта и ряда других металлов. В работе [3] сформулирована кинетическая 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. В работе использовано значение фактора эффективности поглощения наночастиц, равное единице (сечение поглощения равно геометрическому). Для уточнения значений критической плотности энергии эту величину необходимо поделить на фактор эффективности поглощения наночастиц алюминия с оксидной оболочкой, оцененной в рамках теорий Адена-Керкера и Ми [1,2]. В начале рассчитаны значения максимальной плотности энергии, при которой не происходит взрывного разложения (Н1) и минимальной плотности энергии, при которой разложение переходит во взрывной режим (Н2). Относительная разность между Н1 и Н2 составляет величину менее 10^{-8} . Для длительности импульса на полувысоте 14 нм и наночастиц алюминия радиуса 50 нм и толщиной оксидной оболочки 15 нм значения Н1 и Н2 составили $0.137159516651703 \text{ Дж/см}^2$ и $0.137159517452692 \text{ Дж/см}^2$, соответственно, что более чем в 2 раза (0.06 Дж/см^2) больше величины критической плотности энергии в отсутствие у наночастицы алюминия оксидной оболочки.

На рисунке 1 показаны рассчитанные в PETN распределения температуры при максимальной плотности энергии, при которой не происходит взрывного разложения (а) и минимальной – при которой разложение переходит во взрывное разложение (б). До момента времени 17 нс после максимума импульса распределения температур в допороговом и взрывном режиме практически одинаковы. Происходит медленное увеличение ширины очага взрывного разложения при практически постоянной максимальной температуре. Так ширина очага в моменты времени, представленные на рис. 1 (9 нс, 11 нс, 13 нс, 15 нс и 17 нс) в допороговом режиме составляет 2.6 нм, 4.1 нм, 5.7 нм, 7.3 нм и 8.3 нм. В момент времени 18 нс наступает момент бифуркации – очаг реакции начинает уменьшаться и составляет 7.6 нм. Во взрывном режиме ширина очага увеличивается до 15 нс одинаково, но в момент времени 17 нс ширина увеличивается уже до 8.8 нм и далее (18 нс) до 12.5 нм. Далее в течении нескольких пс температура экспоненциально увеличивается до адиабатической. Меньшее значение коэффициента температуропроводности оксида алюминия по сравнению с алюминием определяют форму распределения температуры в оболочке. На стадии нагревания

разница температур на границе ядро-оболочка и на границе оболочка- PETN достигает 4 К. На стадии нагревания оболочка тормозит нагревание PETN и тем самым затягивает кинетические зависимости, на стадии взрыва, наоборот – оболочка препятствует стоку тепла в наночастицу, и тем самым ускоряет взрывное разлощение. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ №19-33-90261.

Литература и источники

1. Адуев Б. П., Оптоакустическое исследование и моделирование оптических свойств композитов циклотриметилентринитрамин-ультрадисперсные частицы никеля/ Д. Р. Нурмухаметов, А. А. Звеков, Н. В. Нелюбина// Оптика и спектроскопия. 2020. Т 128. N 5. С. 659-668.
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».

УДК 544.431.2

АВТООКИСЛЕНИЕ АДРЕНАЛИНА В ПРИСУТСТВИИ СУЛЬФИТА

Исина К. Т.¹, Звеков А. А.¹, Нефедова Е.К.²

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

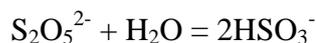
²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет»

alekseeva16101@gmail.com

Аннотация. Разработка подходов к оценке антиоксидантной активности *in vitro* является актуальной задачей современной биоорганической химии и фармации. Научно обоснованное решение данной задачи затруднительно без применения физических методов анализа и подходов химической кинетики. Окисление адреналина в различных условиях активно изучается в последние десятилетия как способ оценки активности различных окислителей или антиоксидантов. Вместе с тем, даже в случае автоокисления адреналина имеются неясности и противоречивые трактовки данных эксперимента. Особенностью работ по автоокислению адреналина является использование аптечного препарата адреналина в качестве источника последнего. Аптечный препарат содержит натрия метабисульфит в качестве антиокисляющего агента. В условиях автоокисления метабисульфит гидролизует с образованием сульфита. Будучи антиоксидантом, сульфит должен искажать результаты эксперимента, влияя на скорости стадий реакции. Цель работы: оценить влияние сульфита на кинетические закономерности реакции автоокисления адреналина. Задача: экспериментально получить спектральные зависимости оптической плотности растворов адреналина в процессе автоокисления при добавке раствора сульфита натрия. Показано, что добавление сульфита приводит к замедлению автоокисления, фиксируемой по оптической плотности в области полосы поглощения промежуточного продукта. При этом увеличивается индукционный период появления следующих продуктов автоокисления.

Окисление адреналина в различных условиях активно изучается в последние десятилетия как способ оценки активности различных окислителей или антиоксидантов [1]. Вместе с тем, даже в случае автоокисления адреналина имеются неясности и противоречивые трактовки данных эксперимента.

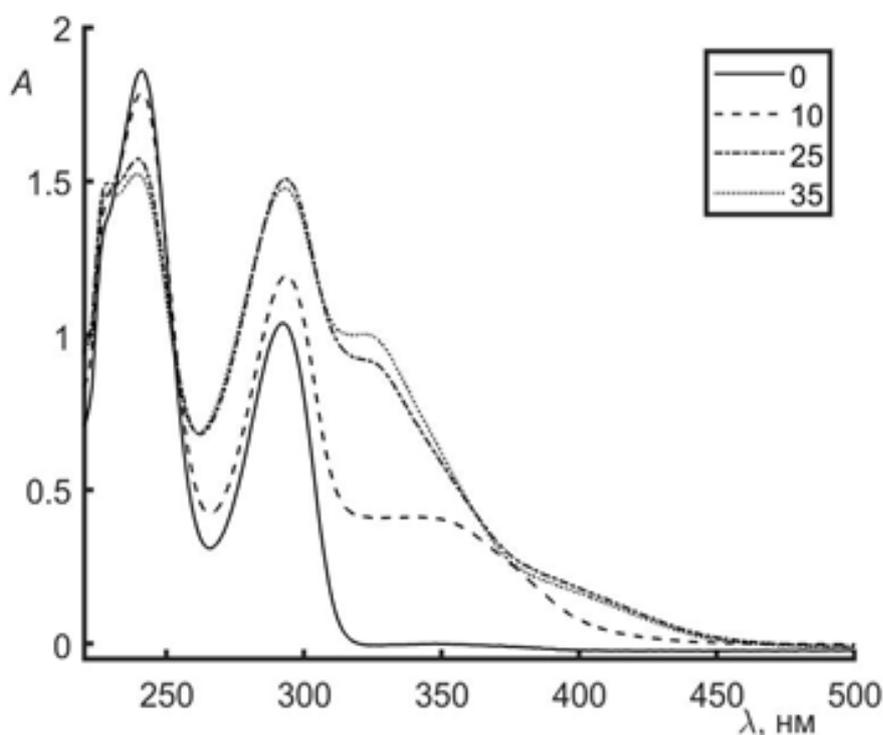
В работе [1] используется аптечный препарат адреналина в качестве источника последнего. Аптечный препарат содержит натрия метабисульфит в качестве антиокисляющего агента. В условиях автоокисления метабисульфит гидролизуется с образованием сульфита:



Будучи антиоксидантом, сульфит должен искажать результаты эксперимента, влияя на скорости стадий реакции. Цель работы: оценить влияние сульфита на кинетические закономерности реакции автоокисления адреналина. Задача: экспериментально получить спектральные зависимости оптической плотности растворов адреналина в процессе автоокисления при добавке раствора сульфита натрия.

Реакция автоокисления проводилась в карбонатном буферном растворе с рН=10.65. Аптечный препарат адреналина (1 мг/мл), с содержанием натрия метабисульфита 1 мг/мл, добавлялся в количестве 0.2 мл к 4 мл буферного раствора. Спектры поглощения измерялись на спектрофотометре Шимадзу УФ-2450 в диапазоне 200-600 нм.

Некоторые из результатов измерений представлены на рис. 1. В ходе автоокисления возникают продукты интенсивно окрашенные в УФ и видимой области. Вначале получается промежуточный продукт с максимумом поглощения при 347 нм из которого далее формируется продукт с максимумом поглощения в области 300 нм. Данный процесс прослеживается по росту оптической плотности в области 300 нм и сдвигом максимума поглощения от 347 нм в синюю область. Добавление сульфита приводит к замедлению роста оптической плотности в обеих полосах поглощения. Продукт поглощающий в области 300 нм образуется после некоторого индукционного периода. Сравнение спектральных зависимостей показывает, что добавление сульфита увеличивает индукционный период появления второго продукта.



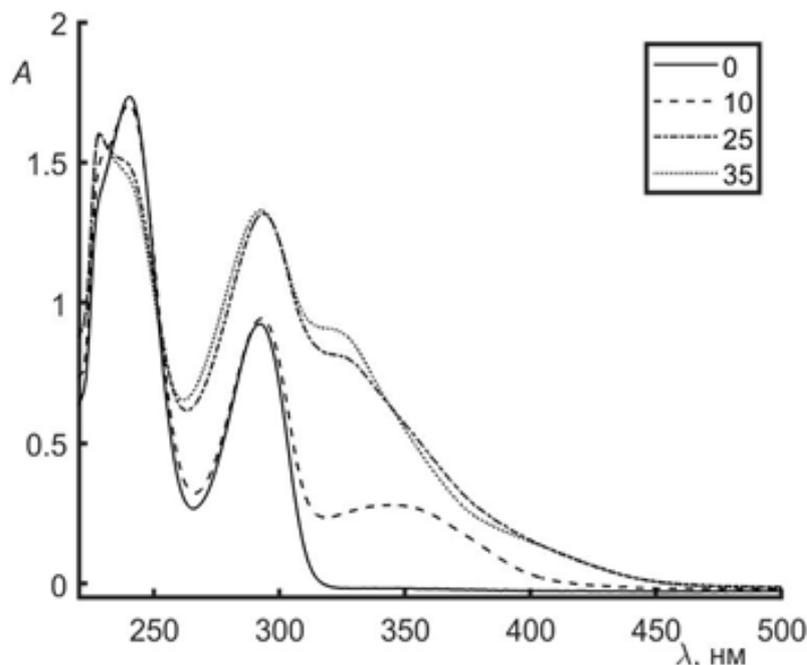


Рисунок 1. Спектральные зависимости оптической плотности растворов адреналина в процессе автоокисления без добавления (вверху) и с добавлением 0.4 мл раствора сульфита натрия 10.5 мМ (внизу). Спектры получены в моменты времени, указанные на легенде.

Литература и источники

1. Sirota T.V. Standardization and Regulation of the Rate of the Superoxide-Generating Reaction of Adrenaline Autoxidation Used for Evaluation of Pro/Antioxidant Properties of Various Materials // Biochemistry (Moscow), Supplement Series B: Biomedical Chemistry. – 2017. - Vol. 11, No. 2. - pp. 128–133.

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

УДК 543.421/.424

АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ СПЕКТРОВ ВИДИМОЙ И БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ

Корнеев А.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

fduecnbyf09@mail.ru

Контроль качества растительных масел является актуальной проблемой в настоящее время. Вопросы доступного качественного продовольствия являются большим вызовом, как для всего мира, так и для страны в частности. Растительные масла являются важным продуктом питания, так как содержат питательные вещества, а также незаменимым инструментом для приготовления блюд в любой кухне.

Определение подлинности масел, оценка состава жирных кислот и содержания растворенных компонентов в масле, например, витамины можно провести с помощью метода спектрофотометрии в ближней и ИК области.

Спектроскопический метод исследования имеет ряд преимуществ. Метод не требует пробоподготовки в связи, с чем позволяет уменьшить время каждого измерения. Спектроскопия является неразрушающим методом исследования, при этом измеряющие приборы могут быть встроены в элементы производственной инфраструктуры, что позволяет

автоматизировать контроль качества. Также метод позволяет провести анализ нескольких компонентов в одном измерении, даже в небольшой пробе продукта.

В [1] показана возможность классификация масел по их происхождению анализируя интенсивность характеристических полос поглощения в области от 1600 до 2200 нм с помощью метода главных компонент.

В [2] оценивается возможность использования обертонов в ближней инфракрасной области от 833 до 1580 нм для определения содержания природных масел в биодизельном топливе с использованием метода наименьших квадратов.

В [3] исследовалось применение инфракрасной Фурье-спектроскопии для быстроты идентификации оливкового масла первого отжима, фальсифицированного различными растительными маслами можно предположить что аналогичное исследование можно провести используя колебательные обертоны в ближней ИК области.

Целью данной работы является определении качественных различий спектров поглощения УФ, видимой и ближней ИК области спектра группы продуктов питания на основе растительных масел, а так же оценка возможности качественной и количественной оценки их состава.

Для достижения данной цели были зарегистрированы спектры поглощения образцов, полученные спектры были обработаны математически, выделены отдельные полосы поглощения и сопоставлены с литературными данными.

Для исследования использовали сканирующий спектрофотометр Shimadzu UV-1700. Базовую линию строили по пустому кюветному отделению. Затем регистрировали спектр пустой кварцевой кюветы и кварцевого стекла. Далее образцы масел наливали в кварцевую кювету толщиной 1 см и производили запись спектров поглощения. В случае маргарина мы наносили тонкий слой на кварцевое стекло толщиной 0,1 см приблизительно соответствующие стенкам кюветы. Полученные спектры описывались набором гауссовых пиков.

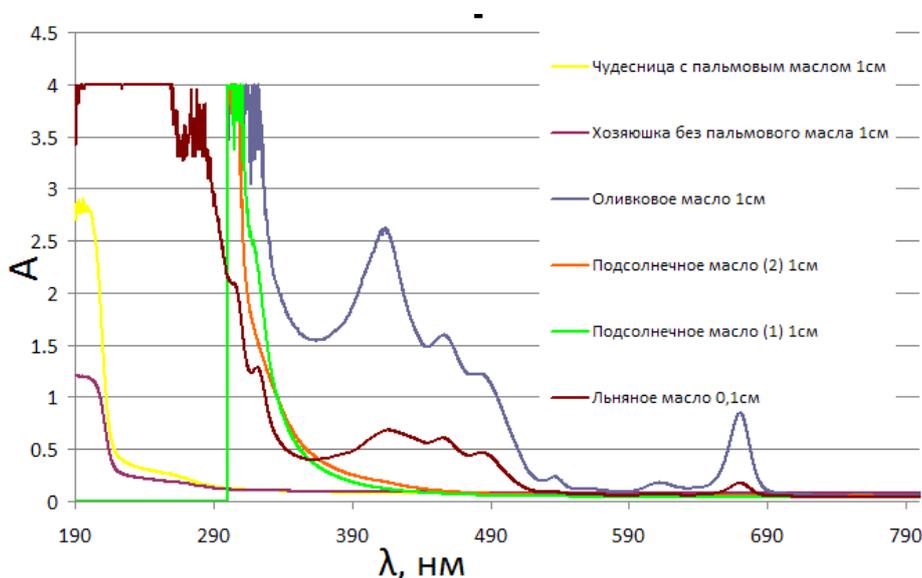


Рисунок 1. Спектры поглощения проб продуктов в УФ и видимой области спектра

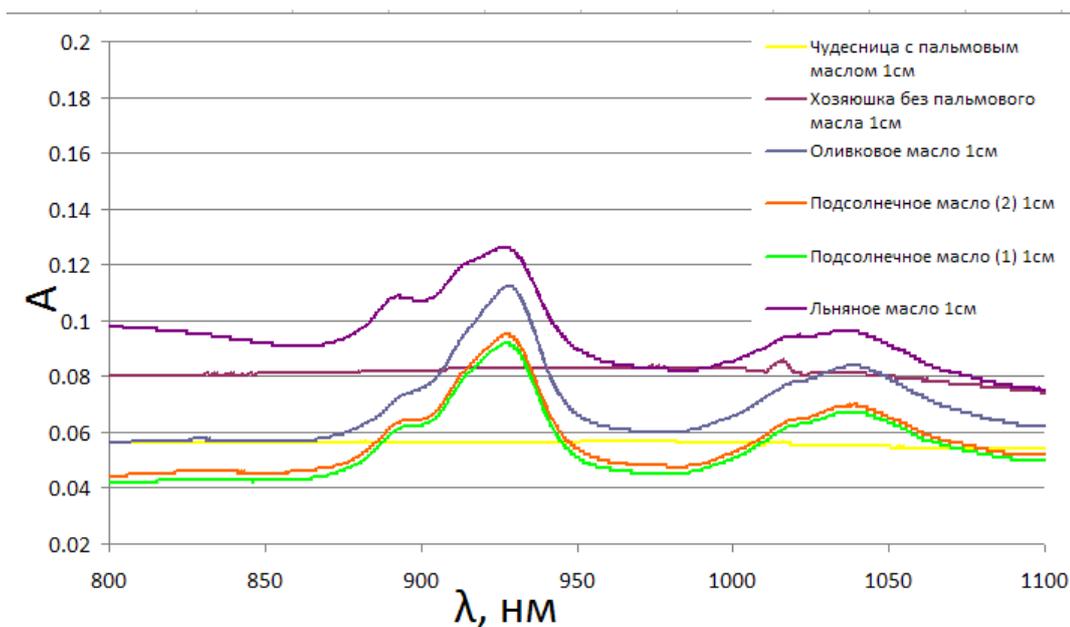


Рисунок 2. Спектры поглощения проб продуктов в ИК видимой области спектра

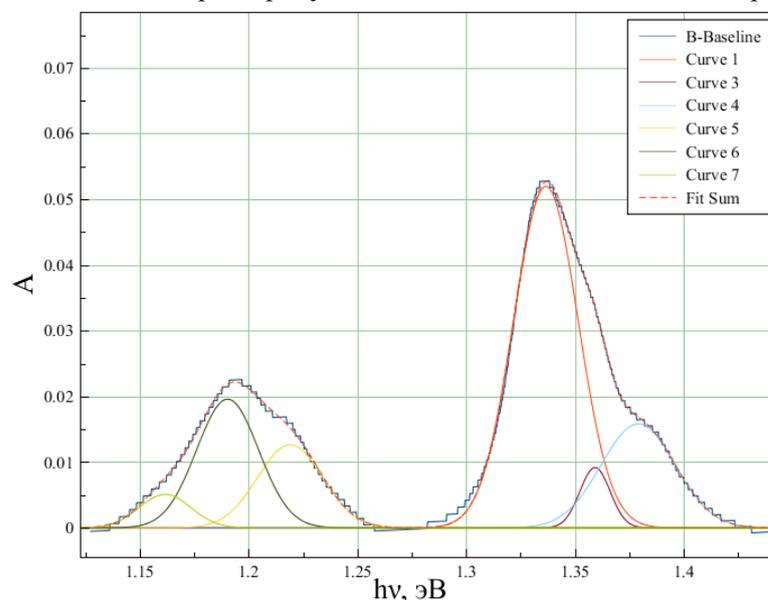


Рисунок 3. Разложение на гауссианы, участка спектра поглощения оливкового масла в ИК области

Для всех исследуемых объектов нам удалось получить спектры с оптической плотностью достаточной для интерпретации результатов. Нанося тонкие слои образцов на кварцевую пластину мы получаем спектр в УФ области (рис 1), измерение в кюветах от 0,1см до 1см позволяют получить результаты удовлетворяющего качества в видимой области спектра (рис1). Для всех образцов измеренных в кювете 1см надежно регистрировались полосы поглощения обусловленные обертонами колебательных переходов в области от 900 до 1100 нм (рис 2).

Поглощение видимой области связано с растворенными соединениями: хлорофилл, каротины, а также жирорастворимые витамины. В дальнейшей работе мы планируем построить калибровочную зависимость для отдельных компонентов, представляющих пищевую ценность для их количественного определения в маслах.

Поглощение в ИК области обусловлено обертонами колебательных переходов жирных кислот. Анализ соотношения интенсивности полос поглощения позволяет сделать вывод о различии состава и строения жирных кислот входящих в различные продукты (рис 3). В

большинстве работ анализируется более длинноволновая область от 1000 до 2600 нм. Мы планируем в дальнейших исследованиях расширить область измерения для более качественного анализа структуры жиров.

Литература и источники

1. Tetsuo S. Application of principal component analysis on near-infrared spectroscopic data of vegetable oils for their classification // American Oil Chemists' Society. 1994. Vol. 71. №3. P. 293-298.
2. Fernanda V. C., Vasconcelosa P. F., Barbosade S. M., Fernanda P. M., Jose C. P., Claudete F. P. Using near-infrared overtone regions to determine biodiesel content and adulteration of diesel/biodiesel blends with vegetable oils // Analytica Chimica Acta. 2012. Vol. 716. P. 101–107.
3. Filoda P. F., Fetter L. F., Fornasier F., de Souza Schneider R. D. C., Helfer G. A., Tischer B., da Costa A. B. Fast methodology for identification of olive oil adulterated with a mix of different vegetable oils // Food Analytical Methods. 2019. Vol. 12. №1. P. 293-304.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент кафедры ХТТ и ХМ, Зверев А.С., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 544.431

ПАРАМЕТРЫ РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕНТАЭРИТРИТА ТЕТРАНИТРАТА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Овчинников Г.Е., Гайнутдинов А.Р., Петрова Е.Е.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

daff111123@mail.ru

Аннотация. В данной работе проведен критический обзор некоторых экспериментальных и расчетных работ по кинетике разложения пентаэритрита тетранитрата (ТЭНа), который является наиболее чувствительным бризантным взрывчатым веществом, часто используемым в качестве модельного объекта. Цель настоящей работы: определение температурных диапазонов, в которых могут действовать различные параметры реакции разложения. Химическая реакция разложения ТЭНа многостадийна. В случае разложения электронно-возбужденных молекул ТЭНа происходит перегруппировка возбужденной молекулы в перекисное соединение с последующим отщеплением монооксида азота. В случае термического разложения первые две стадии представляют собой поэтапное отщепление диоксида азота и формальдегида. Энергия активации второй стадии значительно меньше первой, поскольку в первой происходит разрыв слабой связи, во второй – бета-отщепление от уже имеющегося радикала. Обе реакции являются эндотермическими, положительный тепловой эффект появляется в последующих реакциях взаимодействия промежуточных продуктов. Рассмотрена двухстадийная реакция с позиций метода квазистационарных концентраций. В области низких температур лимитирует первая стадия, в области высоких – вторая. Характерная температура смены лимитирующей стадии составляет 950 – 1350 К. Данная температура близка к типичным температурам образования очага реакции в рамках микроочаговой модели лазерного инициирования теплового взрыва.

Условия разложения энергетических материалов коренным образом влияют путь реакции. В результате в сложном химическом процессе разложения возможно изменение лимитирующей стадии с соответствующим изменением формально-кинетических параметров реакции разложения. В большинстве случаев при рассмотрении теплового взрыва модель реакции сводится к одностадийной реакции с постоянной энергией активации, предэкспонентом и тепловым эффектом разложения. Данные предположения являются крайне упрощенными, могут действовать только в узком диапазоне параметров, и, соответственно, требуют

пересмотра. Цель настоящей работы: краткий анализ литературных данных по разложению пентаэритрит-тетранитрата (ТЭНа) и определение температурных диапазонов, в которых могут действовать различные параметры реакции разложения.

По расчетам [1] разрыв связи O-N с отщеплением нитрогруппы требует 183 КДж/моль (1.9 эВ или 43.6 ккал/моль). Для последующего отщепления муравьиного альдегида необходимо 77 КДж/моль (0.8 эВ или 18.3 ккал/моль). Параметры первой стадии разложения неплохо соответствуют данным термического анализа [2-4], согласно которым энергия активации разложения составляет 145 —176 кДж/моль, а предэкспонент $\sim 10^{15} \text{ с}^{-1}$. В работе моделировалась динамические столкновения 2-х молекул ТЭНа в различных конфигурациях. Расчет велся следующим образом. Энергия электронной подсистемы моделировалась в рамках теории функционала плотности. Для каждой возникающей конфигурации ядер считалась энергия электронной подсистемы и через нее силы действующие на ядра. Движение ядер считалось классическим движением под действием этих сил. Показано, что существуют пороговые скорости, выше которых происходит отрыв функциональных групп от молекул. Пороговые скорости и состав продуктов зависят от положения молекул при столкновении. Авторы отмечают, что полученные ими результаты коррелируют с тем фактом, что порог инициирования ударной волной зависит от кристаллографического направления вдоль которого волна распространяется.

В работе [5] исследовался процесс распада электронно-возбужденных молекул ТЭНа в условиях бесстолкновительного пучка. Возбуждение велось 4-й гармоникой неодимового лазера (однофотонное поглощение). Для идентификации продуктов использовалась люминесценция образующихся молекул NO при возбуждении излучением на 3-х длинах волны. Проанализировав полученные спектры и сравнив их с рассчитанными при различных значениях колебательной, поступательной и вращательной температуры, авторы пришли к выводу, что NO образуется во вращательном состоянии соответствующем эффективной температуре 20 К и в колебательном состоянии, которому соответствует эффективная температура 1300 К. Показано, что если NO образуется из электронно-возбужденного NO₂, вращательная температура оказывается значительно выше (130 К). Для обоснования полученных выводов авторы провели расчеты поверхности потенциальной для основного и возбужденного состояний молекулы ТЭНа, рассматривая группу ONO₂ с позиций квантовой механики, а всю остальную молекулу в приближении молекулярной динамики (ММ). Из результатов моделирования следует, что существует коническое сечение между потенциальными поверхностями основного и возбужденного состояний, проход через которое обеспечивает образование горячей молекулы типа R-OONO, от которой далее и отщепляется молекула NO. По теоретическим результатам можно сделать следующее замечания. Авторам, по-видимому, удалось качественно получить строение поверхностей потенциальной энергии, однако количественные значения энергий активации и положений минимума представляются сомнительными, так как энергия необходимая для отщепления NO₂ от молекулы в основном состоянии составила 0.97 эВ. Данная величина занижена примерно в два раза по сравнению с экспериментальными и теоретическими результатами.

Из приведенных литературных данных следует, что в случае термического инициирования первой стадией реакции является отщепление диоксида азота с высокой энергией активации. Вторая стадия – отщепление формальдегида. Обе стадии являются эндотермическими, следовательно, тепловыделение должно начинаться в следующих стадиях, например, взаимодействие формальдегида с диоксидом азота с образованием монооксида углерода, монооксида азота и воды.

Эффективная константа скорости реакции с позиции принципа квазистационарности принимает вид:

$$k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} = \frac{A_1 A_2 \exp[-(E_1 + E_2)/RT]}{A_1 \exp[-E_1/RT] + A_2 \exp[-E_2/RT]} \quad (1)$$

В области низких температур лимитирует первая стадия с высокой энергией активации, в области высоких – вторая со значительно меньшей энергией активации и предэкспонентом. Характерная температура смены лимитирующей стадии составляет 950 – 1350 К. Данная температура близка к типичным температурам образования очага реакции в рамках микроочаговой модели лазерного инициирования теплового взрыва.

Литература и источники

1. Landerville A.C., Oleynik I.I., White C.T. Reactive Molecular Dynamics of Hypervelocity Collisions of PETN Molecules // J. Phys. Chem. A. – 2009. – V. 113. – pp. 12094–12104
2. Nabiullah Md., Gupta R.N., Singh B. Studies on the thermal behaviour of detonating fuse and detonators // Journal of Thermal Analysis. - 1989. - V.35. - P.1165-1172.
3. Lee J.-Sh., Hsu Ch.-K., Chang Ch.-L. A study on the thermal decomposition behaviors of PETN, RDX, HNS and HMX // Thermochemica Acta. - 2002. - V.392-393. - P.173-176.
4. Bhattacharia S.K., Nunley J., Weeks B.L. New insights into kinetics of PETN decomposition from the product and reactant point of view: An investigation with mass spectrometry and differential scanning calorimetry // Thermochemica Acta. - 2015. - V.617. - P.38-43.
5. Yu Z, E.R. Bernstein Decomposition of pentaerythritol tetranitrate [C(CH₂ONO₂)₄] following electronic excitation // The journal of chemical physics. - 2011. - N 135. - P.154305.

Научный руководитель – д.ф.-м., профессор каф. химии твердого тела и химического материаловедения Звекон А.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 544.015.4

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ ЯДРО-ОБОЛОЧКА И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ АКТУАЛЬНОСТЬ

Плотников Д.И., Рутчин Е.А., Захарова К.Е., Янчарская А.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Россия, Кемерово
datiy-kseniya@kemsu.ru

Металлическое ядро-оболочка обладают высокими актуальными свойствами, но изученность этих систем остается на низком уровне. Ввиду чего, необходим подбор способа получения и защиты систем от коррозии, а также выбор методов исследования для обнаружения этих свойств. Для защиты от коррозии принято использовать благородные металлы (золото, платина, иногда можно использовать серебро). Конечно, оболочка должна быть сплошной и не влиять на магнитные свойства ядра, по возможности, не взаимодействовать с ним. Все представленные в литературе методы являются технически сложными в плане аппаратуры и используемых реактивов и практически нет системных исследований по выбранной проблеме. В ходе решения проблем по выбранному направлению будут синтезованы последовательным восстановлением из растворов прекурсоров, наноразмерные частиц «биметаллическое ядро– оболочка (Au, Ag)» с целью создания новых, высокоэффективных материалов медицинской лазерной гипертермии и сред с высокой плотностью магнитной записи информации и ее хранением в том числе в электромагнитных полях и при повышенных температурах.

Работа посвящена поиску литературных данных и на этой основе разработке оптимального метода синтеза наноструктур «ядро-оболочка».

Разработка методов получения металлических наноструктур со сложными химическими и

фазовыми составами (то есть многокомпонентных), обладающих заданными формо-размерными характеристиками частиц, устойчиво воспроизводимыми практически актуальными свойствами (магнитными, оптическими, каталитическими и др.), изучение этих свойств с акцентом на вскрытие особенностей, связанных с наноразмерностью, морфологией частиц и неравновесностью систем, а также разработка вариантов их практического использования является одной из центральных проблем материаловедения наноразмерных металлических систем. Ввиду высокой химической, в том числе коррозионной активности наночастиц большинства металлов критичной задачей является защита их при сохранении наноразмерного состояния и функциональных свойств.

Вероятно, наиболее эффективным способом такой защиты является формирование НР структур «металлическое ядро-оболочка из благородного металла».

Системные исследования в данной предметной области позволят:

- изучить особенности свойств наноразмерных (защищенных) полиметаллических частиц по сравнению с их массивными аналогами и установить природу этих особенностей (результаты фундаментального характера);

- разработать основы материаловедения нового подкласса наноразмерных систем, «металлическое ядро – инертная оболочка» (фундаментальные практикоориентированные данные);

- рассмотреть перспективность и варианты использования таких структур в качестве полифункциональных материалов, в том числе в медицине (лазерная гипертермия на полосах плазмонного поглощения Ag, Au-оболочками, с магнитным удерживанием актора в требуемой зоне, для создания сред со сверхплотной магнитной записью информации и хранением ее, в частности при повышенных температурах и действии электромагнитного поля, в магнитотехнике (наномагнитопроводы, сверхминиатюрные магниты).

Современное состояние исследований металлических систем ядро-оболочка характеризуется высокой контрастностью: значительное количество работ, посвященных синтезу и изучению структур с одноэлементным ядром [например, 1-7], но все они имеют только фрагментарный характер, а работ по формированию биметаллического ядра почти нет [8-10].

Литература и источники

1. Ghosh Chaudhuri R., Paria S. Core/shell nanoparticles: classes, properties, synthesis mechanisms, characterization, and applications //Chemical reviews. – 2012. – V. 112. – №. 4. – P. 2373-2433.
2. Duan S., Wang R. Bimetallic nanostructures with magnetic and noble metals and their physicochemical applications //Progress in Natural Science: Materials International. – 2013. – Т. 23. – №. 2. – С. 113-126.
3. Ban Z. et al. The synthesis of core-shell iron@ gold nanoparticles and their characterization //Journal of Materials Chemistry. – 2005. – V. 15. – №. 43. – P. 4660-4662.
4. Bao F., Yao J. L., Gu R. A. Synthesis of magnetic Fe₂O₃/Au core/shell nanoparticles for bioseparation and immunoassay based on surface-enhanced Raman spectroscopy //Langmuir. – 2009. – V. 25. – №. 18. – P. 10782-10787.
5. Bondi J. F. et al. Optimized synthesis and magnetic properties of intermetallic Au₃Fe_{1-x}, Au₃Co_{1-x}, and Au₃Ni_{1-x} nanoparticles //Chemistry of Materials. – 2010. – V. 22. – №. 13. – P. 3988-3994.
6. Chen D. et al. Properties of core-shell Ni-Au nanoparticles synthesized through a redox-transmetalation method in reverse microemulsion //Chemistry of materials. – 2007. – V. 19. – №. 14. – P. 3399-3405.
7. Титков А.И. Синтез наночастиц Cu@Ag со структурой ядро-оболочка, стабилизированных оксиэтилированной карбоновой кислотой / Титкова А.И., Логутенко О.А., Воробьева А.М. [и др.] // Журнал общей химии. – 2019. - том 89. - № 1.

8. Yano K. et al. Synthesis and characterization of magnetic FePt/Au core/shell nanoparticles //The Journal of Physical Chemistry C. – 2009. – V. 113. – №. 30. – P. 13088-13091.
 9. Liu M., Xin H., Wu Q. Unusual strain effect of a Pt-based L1 0 face-centered tetragonal core in core/shell nanoparticles for the oxygen reduction reaction //Physical Chemistry Chemical Physics. – 2019. – T. 21. – №. 12. – С. 6477-6484.
 10. Hembram S. et al. Preparation of FeCo/Cu Core Shell Magnetic Nanoparticles //GSTF Journal of Engineering Technology (JET). – 2017. – Т. 4. – №. 2. – С. 63.
- Научный руководитель – к.х.н., доцент Корчуганова К.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».*

УДК 661.183

ПОЛУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ БАУ-А

Помесячная Е. С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

pomesyachnaya2016@yandex.ru

В данной работе представлен способ получения магнитного сорбента. В качестве матрицы используется пористый углеродный материал. На углеродную матрицу методом осаждения наносится лабильное соединения железа, полученную систему подвергают термолизу без доступа воздуха при 400 °С, что приводит к образованию магнетита. Подход апробирован на процессе нанесения магнетита на активированный уголь БАУ-А при разложении оксалата железа (II). Создание магнитного углеродного материала подтверждено методами рентгенофлуоресцентного анализа. Модифицированный данным способом пористый углеродный материал сохраняет свои сорбционные характеристики в сравнении с чистым углем. Сорбционные свойства полученного объекта описываются в процессах адсорбции насыщенных паров бензола и метиленового синего из водного раствора. Методика не требует инертной атмосферы, что делает ее более простой в реализации, что и является целью исследования. Масштабирование производства магнитных сорбентов поможет улучшить экологическую обстановку во всем мире, поэтому исследование является актуальным в современном обществе. Также перспективным является применение пористых углеродных материалов с магнитными свойствами для микроконцентрирования примесей в качественном и количественном анализе, например, в хроматографии.

Основным применением пористых углеродных материалов, содержащих магнетит, является очищение поверхности земли и воды от нефтепродуктов и тяжелых металлов [1,2]. Широкое применение этих материалов обусловлено их высокими сорбционными свойствами [3] и значительной электрической емкости двойного электрического слоя [4]. В качестве матрицы также могут быть использованы полимеры, древесные волокна, сульфированные жирные и гуминовые кислоты и др.

В настоящее время наиболее распространенным способом получения магнитных углеродных сорбентов является метод осаждения магнетита на углеродную матрицу. Так как в данной работе используется соединение железа (II) необходимо избежать образования вюститита и маггемита, которые не обладают столь хорошей намагниченностью как магнетит. Для этого необходимо удовлетворять жестким требованиям поддержания рН, температуры, и, зачастую, использования инертной атмосферы. Поэтому, разработка новых методик получения магнитных углеродных сорбентов, которые легко масштабировать для производства, имеет как научную, так и практическую значимость.

В работе [5] было исследовано термическое разложение оксалата железа (II) в атмосфере продуктов реакции. Продуктами разложения при 400 °С преимущественно является магнетит

(80%) В [5] также демонстрируется перспективность применения реакции разложения лабильных соединений железа для получения магнетита, который впоследствии будет нанесен на углеродную матрицу.

Задача: продемонстрировать возможность получения магнитных сорбентов на основе пористых углеродных материалов, на которые посредством реакции термического разложения наносятся лабильные соединения железа.

В качестве исходных реактивов использовали сульфат железа (II) семиводный (х.ч.) и оксалат калия одноводный (х.ч.). Модельной углеродной матрицей служил активированный уголь марки БАУ-А, который был механически измельчен и разделен на фракции. В синтезе использовали уголь размером от 0,1 мм до 0,5 мм.

Методика получения магнитного углеродного сорбента. В реактор открытого типа помещали 2 г активированного угля БАУ-А (воздушно сухое состояние), добавляли 20 мл 1 М раствора FeSO_4 , затем струйкой при перемешивании приливали 30 мл 1 М раствора $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Смесь промывали дистиллированной водой декантацией, фильтровали через фильтр «белая лента». Фильтр с промежуточным продуктом сушили в сушильном шкафу при температуре 120-130 °С. Высушенное вещество переносили в тигель и прокаливали в муфельной печи в течение 1 часа при температуре 400 °С (тигель вносили в холодную печь, скорость нагрева 5 град. в минуту). Продукт прокаливания после остывания промывали дистиллированной водой и этанолом, добиваясь визуальной чистоты промывных вод.

Обсуждение результатов. Полученный черный порошок обладает магнитными свойствами, что свидетельствует о том, что это магнетит.

Для определения состава минеральной составляющей на полуколичественном уровне использовался рентгенофлуоресцентный метод анализа (РФЛА) на приборе Спектроскан МАКС-G. Анализ проводили согласно методики определения массовой доли элементов в отходах минерального происхождения (рег. номер в федеральном реестре ФР.1.31.2015.20702).

Исходный активированный уголь содержал медь (<0.1%), железо (0.09±0.04%), марганец (0.08±0.03%) и цинк (0.04±0.02%) (рис. 1). После функционализации поверхности содержание железа возрастает до 6.0±1.3%, что является подтверждением осаждения магнетита на поверхность БАУ-А.

Чтобы проверить сорбционные свойства полученного материала использовались методы адсорбции насыщенных паров бензола и красителя метиленового синего (МС) из водного раствора. Для определения концентрации МС согласно ГОСТ 4453-74 применялся фотометрический метод с использованием фотометра КФК-3-ЗОМЗ.

Сорбционная активность исходного активированного угля БАУ-А в процессах адсорбции насыщенных паров бензола и МС из водного раствора составила 350 мг/г и 136 мг/г соответственно. Те же характеристики для полученного магнитного материала 314 мг/г (пары бензола) и 100 мг/г (МС).

В работе [6] приведена емкость БАУ-А по насыщенным парам бензола, равная 290 мг/г. По данным [7] адсорбция МС на активированном угле БАУ-А составляет 147 мг/г при pH=6. Таким образом, сорбционные характеристики исходного активированного угля согласуются с приводимыми в литературе. Снижение сорбционных характеристик исходной матрицы, после нанесения на поверхность угля магнетита, можно объяснить уменьшением удельного объема пор, а также частичными механическими повреждениями с изменением гранулометрического состава сорбента в ходе промывания. Но уменьшение сорбционных характеристик не является критичным, так как нанесение магнетита не приводит к закупориванию сорбирующих пор.

Заключение. Предложен способ получения магнитного углеродного материала, основанный на осаждении на углеродную матрицу лабильного соединения железа с последующим его термоллизом с образованием магнетита. Методика отработана на процессе нанесения магнетита на активированный уголь БАУ-А при разложении оксалата железа (II).

Нанесение магнетита данным способом сохраняет сорбционные характеристики полученного магнитного углеродного сорбента. Работа поддержана грантом Президента РФ МД-3502.2021.1.2.

Литература и источники

1. Пат. РФ 2626363 (опубл. 2016). Способ получения магнитного композиционного сорбента для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов.
 2. Pat. WO 2015/177710 (publ. 2014). Amphiphilic magnetic nanoparticles and aggregates to remove hydrocarbons and metal ions and synthesis thereof.
 3. Gao X., Zhang Y., Dai Y., Fu F. High-performance magnetic carbon materials in dye removal from aqueous solutions // *Journal of Solid State Chemistry*. 2016. V. 239. P. 265–273.
 4. Pany S. C., Khoh W. H., Chin S. F. Synthesis and Characterization of Magnetite/Carbon Nanocomposite Thin Films for Electrochemical Applications // *J. Mater. Sci. Technol.* 2011. V. 27. N. 10. P. 873-878.
 5. Hermanek M., Zboril R., Mashlan M., Machala L., Schneeweiss O. Thermal behaviour of iron(II) oxalate dihydrate in the atmosphere of its conversion gases // *J. Mater. Chem.* 2006. V. 16. P. 1273–1280.
 6. Гимаева А. Р., Валинурова Э. Р., Игдавлетова Д. К., Кудашева Ф. Х. Сорбция ионов тяжелых металлов из воды активированными углеродными адсорбентами // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2011. Т. 11. № 3. С. 350-356.
 7. Хохлова Т. Д., Хиен Л. Т. Адсорбция красителей на активных углях и графитированной саже // *Вестник Моск. университета. Серия 2. Химия*. 2007. Т. 48. № 3. С. 157-161.
- Научный руководитель – д.ф.-м., профессор каф. химии твердого тела и химического материаловедения Звекон А.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 544.015.4

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ СО-РТ И ИЗУЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИ АКТУАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Тарасюк К.А.¹, Захаров Н.С.^{1,2}, Тихонова И.Н.²

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

²Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, Кемерово

datiy-kseniya@kemsu.ru

В рамках развития фундаментальных основ создания новых функциональных материалов в первую очередь необходимо синтезировать наноразмерные (НР) системы металлов, обладающих высокомагнитными характеристиками – высокими для биметаллических систем значениями коэрцитивности в сочетании с относительно высокими значениями намагниченности насыщения, к которым относится группа наноразмерных бикомпонентных металлических систем подкласса (Fe, Co, Ni)-(Pt, Pd). Однако, реализации возможностей получения НР систем с высокими функциональными характеристиками препятствуют нерешённые задачи сохранения ферромагнитного состояния наноразмерных биметаллических систем, сформированных в виде тетрагональной фазы L1₀ с высокой степенью структурной упорядоченности, до актуальной области температур 320-350 К при наличии различных внешних воздействий, решение которых требует развития способов получения наноструктур с заданным фазовым составом.

В работе объектами исследования выступали наноразмерные системы Со-Рт синтезированные методом совместного восстановления водных растворов прекурсоров металлов, который позволяет получать рентгенографически чистые системы металлов, основными преимуществами данного способа синтеза является сравнительная несложность исполнения, экологичность, высокая энергоэффективность и возможность масштабирования

синтеза. Выбранные материалы могут быть актуальными для создания новых функциональных материалов при применении в медицинских целях, в качестве материалов со сверхплотной записью информации, для создания сверхминиатюрных постоянных магнитов и т.д [1-4].

Были синтезированы образцы металлических систем Co-Pt во всем диапазоне составов и исследованы с помощью рентгенофазового анализа (РФА), ферромагнитного резонанса (ФМР), а также проведена проверка закладываемого при синтезе соотношения компонентов с помощью метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС).

Данные по РФА системы Co-Pt приведены на рисунке 1. Судя по практической линейности калибровочного графика (рис. 1б), содержание кобальта практически равно введенному при синтезе. Результаты АЭС также хорошо согласуются с расчетными данными, хотя и получаются в целом несколько заниженными, относительно закладываемых при синтезе.

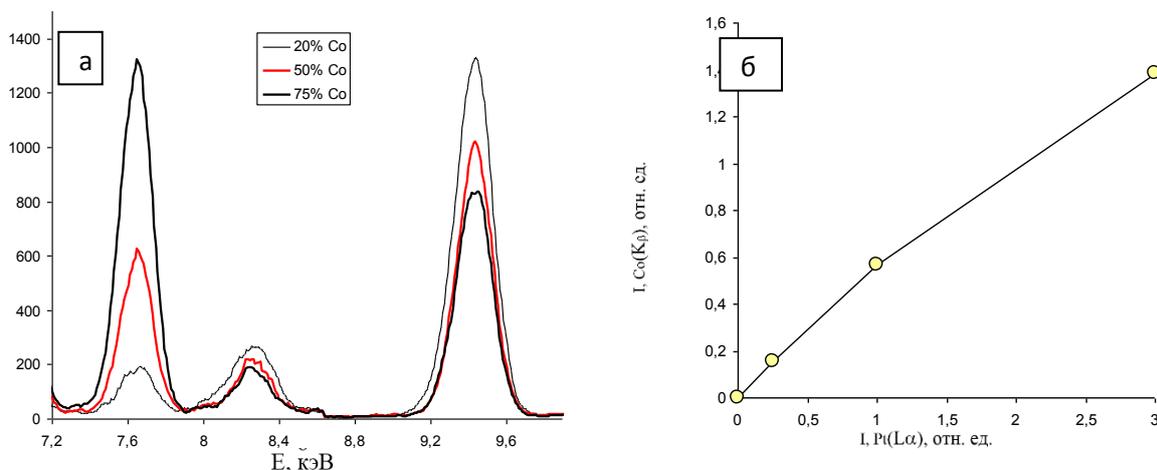


Рисунок 1 (а) – РФ-спектры: фрагмент с линией кобальта (7,65 кэВ) и платины (9,44 кэВ). Область спектров с линией кобальта усилена в 4 раза, для наглядности сопоставления, отсюда и вполне заметный «фонный» скачок в области 8,3 кэВ; (б) – зависимость отношения интенсивностей K_{β} линии кобальта (7,65 кэВ) и L_{α} линии платины (9,44 кэВ) от отношения предполагаемых (по синтезу) концентраций

Пример дифрактограмм представлен на рис. 2а. Из анализа следует, что полученные образцы монофазны (соответствуют областям на фазовых диаграммах), рентгенографически чистые [5].

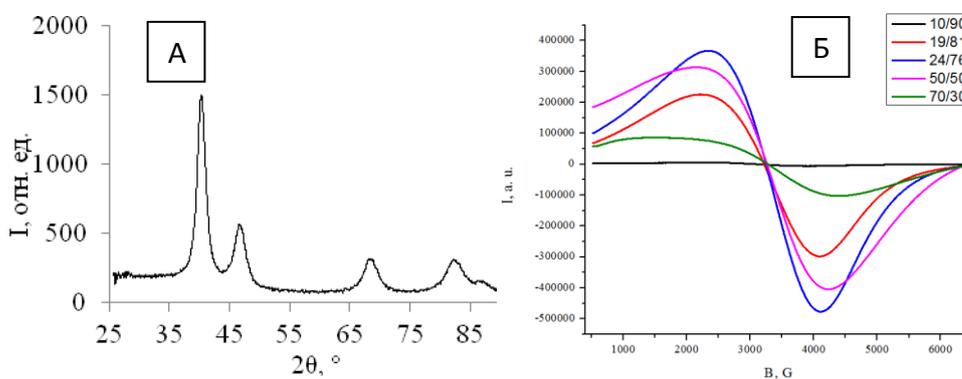


Рисунок 2а Дифрактограммы образца наносистемы Co-Pt закладываемого состава: (А) – $Co_{19}Pt_{81}$

Рисунок 2б Типичные спектры ФМР образцов Co-Pt различного состава

Типичные спектры ФМР наночастиц Co-Pt приведены на рисунке 2б. Форма линии всех образцов близка к линиям Дайсона (это характерно для полифазных ферромагнитных порошков). В образце состава 70 на 30 выявлено присутствие наноразмерного Co_3O_4 , что хорошо согласуется с [6]. Ни в одном из полученных спектров не удалось обнаружить линии, ответственные за Co^{2+} , поэтому можно предположить, что все наночастицы Co-Pt покрыты Co_3O_4 .

Планируется продолжить работы по изучению структуры и свойств нанопорошков Co-Pt и разработать механизмы для предотвращения процессов поверхностного окисления.

Литература и источники

1. Чеченин, Н.Г. Магнитные наноструктуры и их применение. Учебное пособие. - М.: Грант Виктория ТК, 2006. - 166 с.
 2. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие/ Рыжонков Д. И., Э. Л. Дзидзигури, В. В. Левина// М.: Сер. Нанотехнологии, 2010. - 365 с.
 3. Pugachev V. The temperature effect on properties of Fe-Co-Ni nanostructured system / Pugachev V., Zaharov Yu., Datiy K., Popova A.N., Bogomykov A. // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2015. – Т. 17. – № 3. – С. 193-200.
 4. Zakharov Yu.A. Analysis of phase composition and csr sizes in non-equilibrium nanostructured systems Fe-Co and Ni-Cu using diffraction maxima simulations in a doublet radiation / Zakharov Yu.A., Pugachev V.M., Korchuganova K.A., Ponomarchuk Yu.V., Larichev T.A. // Journal of Structural Chemistry. – 2020. – Т. 61. – № 6. – С. 994-1000.
 5. <http://www.himikatus.ru/art/phase-diagr1/Co-Pt.php>
 6. Dutta P. et al. A comparative study of the magnetic properties of bulk and nanocrystalline Co_3O_4 //Journal of Physics: Condensed Matter. – 2007. – Т. 20. – №. 1. – С. 015218.
- Научный руководитель – к.х.н., доцент Корчуганова К.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».*

УДК 554.032:546.171.8

ВЗРЫВНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Усова Е.Г., Ходорченко И.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

liza30724@gmail.com

Энергонасыщенные материалы в наше время вызывают в науке большой интерес, широко исследуются и их свойства, и способы их стабилизации к несанкционированным воздействиям. К таким материалам относятся также и азиды тяжелых металлов, яркими примерами которых являются азиды свинца и серебра, относящиеся к классу инициирующих взрывчатых веществ. В разной степени эти материалы чувствительны к внешним воздействиям: теплу, свету, ударам, трению, излучению, электромагнитным полям и т.д. [1]. Было проведено множество исследований и накоплен большой фактический материал, объединяющий в себя экспериментальные результаты, посвященные взрывному разложению, но полученные на образцах азидов серебра и свинца либо прессованных поликристаллических, либо на кристаллах размера макро, что вело к искажению реальной дефектной структуры материалов. Следствием этого являются, с нашей точки зрения, некоторые расхождения и неточности в описании процесса протекания взрывного разложения азидов. Использование предложенного в работе [2] способа получения нитевидных кристаллов, которые по своим физико-химическим характеристикам максимально приближены к расчетным, отчасти сняло эту проблему. А возможность моделирования

дефектной структуры кристаллов [3-5], позволила использовать более надежный и достоверный способ исследования реакционной способности нитевидных кристаллов, определяемой конкретными дефектами. Последние проведенные исследования [6-7] продемонстрировали объективную возможность применения бесконтактного постоянного электрического поля, как для выращивания кристаллов [6], так и в качестве способа обработки материалов [7] для достижения необходимой дефектной структуры материалов. В настоящей работе представлены результаты выполненных исследований направленного регулирования реакционной способности энергонасыщенных материалов при помощи управляющего электрического поля на примере азидов тяжелых металлов – нитевидных кристаллах азидов серебра и свинца.

Для изучения взрывного разложения использовали образцы, выращенные в электрическом поле (подробная методика указана в работе [7] и также адаптирована для выращивания азид свинца) и выращенные обычным способом. Полученные нитевидные кристаллы (НК) азидов серебра и свинца обладали следующими параметрами: средние размеры $5 \times 0,1 \times 0,03 \text{ мкм}^3$, моноклинная сингония с развитой гранью (100) у азид свинца и орторомбическая сингония с развитой гранью (010) у азид серебра. Инициирование процесса взрывного разложения осуществлялось постоянным электрическим полем, напряженностью 300 кВ/м (галлий служил электрическим контактом). В этих условиях осуществляется режим монополярной инжекции дырок, которые, попадая в реакционные области [3], ускоряют протекание реакции разложения. Выбранное значение напряженности постоянного электрического поля дает возможность продемонстрировать переход медленного твердофазного разложения во взрывное в течение нескольких минут [8]. Взрывную чувствительность НК считали, как интервал времени, начиная с включения электрического поля до взрыва образца. Обратная взрывной чувствительности величина определяет максимальную скорость процесса, переходящего во взрыв. Для получения достоверных результатов брали кристаллы одинаковых размеров, с одинаковым количеством реакционных областей (определяемых по ямкам травления [3]), так как время задержки взрыва зависит от биографии образцов. Вероятность взрыва в настоящей работе оценивали по результатам не менее 10 измерений.

Исследование взрывной чувствительности показало, что время до взрыва: НК азид свинца, выращенных в электрическом поле, составляет не менее 3600 с; НК азид серебра - не менее 4800 с. Кристаллы, выращенные обычным способом, взрываются в среднем через 150 с (азид свинца) и 390 с (азид серебра). Выращенные НК в электрическом поле сохраняют свое свойство к низкой взрывной способности не меньше шести месяцев.

Также были подтверждены предположения из работ [3, 5] о ключевой роли в твердофазном разложении азидов реакционных областей, образованных краевыми дислокациями. Исследование дислокационной структуры методом ямок травления [9] показало разницу между кристаллами, выращенными в электрическом поле и без него. При помощи оптического микроскопа «Неофот» с приближением $\times 200$ отчетливо видно уменьшение плотности дислокаций (отношение количества ямок травления к площади рабочей грани кристалла) в образцах кристаллов, выращенных в электрическом поле. Кроме того, экспериментально установлено, что после вывода дислокаций из кристаллов способом, описанным в работе [3], дальнейшее энергетическое воздействие (контактное электрическое поле с указанными выше характеристиками), не ведет к видимым реакциям или изменениям с образцами (они становятся инертны к данному виду воздействия), по крайней мере, на ближайшие 10-12 часов.

Представленные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о возможности управления взрывной чувствительностью энергонасыщенных материалов путем направленного изменения их дислокационной структуры при выращивании в бесконтактном постоянном электрическом поле.

Литература и источники

1. Багал, Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ / Л. И. Багал. - М.: Машиностроение, 1975. - 456 с.
 2. Иванов, Ф. И. О выращивании нитевидных кристаллов азидов серебра и свинца / Ф. И. Иванов, Л. Б. Зуев, М. А. Лукин, В. Д. Мальцев // Кристаллография. – 1983. – Т.28. – №1. – С.194-195.
 3. Крашенинин, В. И. Моделирование дефектной структуры в кристаллах азидов серебра / В. И. Крашенинин, Л. В. Кузьмина, Е. Г. Газенаур, В. И. Гасанова // Вестник ТГУ. Приложение. – 2006. – №19. – С. 103-104.
 4. Захаров, В. Ю. Физико-химические процессы в азидовых тяжелых металлов и дислокационная структура / В. Ю. Захаров, Е. Г. Газенаур, А. И. Гасанов, В. И. Крашенинин, В. И. Якутина // Известия ВУЗов. Физика. – 2002. – №6. – С. 17-21.
 5. Крашенинин, В. И. Способы управления стабильностью азидов серебра. / В. И. Крашенинин, Л. В. Кузьмина, Е. Г. Газенаур, О. В. Целыковская // Ползуновский Вестник. – 2009. – №3. – С. 48-51.
 6. Газенаур, Е. Г. Способ получения нитевидных кристаллов азидов серебра / патент Рос. Федерация: (19) RU (11) №2 404 296 (13) С 1 / Е. Г. Газенаур, Н. М. Федорова, Л. В. Кузьмина, В. И. Крашенинин. – №2009125883/05;20.11.10, Бюл. №32. – 9 с.
 7. Rodzevich, A. P. The Technology of Production and Treatment of Materials in the Electric Field. / A. P. Rodzevich, E. G. Gazenaur, G. M. Belokurov. Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 682. – pp. 206-209. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.682.206.
 8. Крашенинин, В. И. Основные стадии перехода медленного разложения в быстропротекающий процесс в кристаллах азидов серебра / В. И. Крашенинин, Л. В. Кузьмина, Е. Г. Газенаур, Е. В. Добрынин // Химическая технология. – 2010. – №2. – С.75-79.
 9. Сангвал, К. Травление кристаллов: Теория, эксперимент, применение: [пер. с англ.] / К. Сангвал. – М.: Мир, 1990. – 492 с.
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Газенаур Е.Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

НИТ В СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И В ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТАХ

УДК 004

ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ КОРПОРАТИВНОГО БЛОГА

Аксенов М.В., Жуков Д.К.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

mark.botva@mail.ru, daniil.zhukov.19990000@gmail.com

В статье приведено описание решения задачи создания информационного пространства, позволяющего делиться опытом, а также призванного помочь в укреплении личного или корпоративного бренда. Приведены предпосылки создания гибкой информационной системы, позволяющей управлять контентом. Проведен сравнительный анализ существующих решений. Сделаны выводы о недостатках и преимуществах нескольких решений: канал в Telegram, отдельный сайт, развернутый на одной из существующих SMS. Приведено описание собственного решения. Проиллюстрирована существующая функциональность системы и вид графического интерфейса пользователя. Описаны общие перспективы по развитию системы, связанные с внедрением анализа данных в системе.

С того момента, как создатель всемирной паутины Тим Бернерс-Ли написал статью с полезными ссылками на самом первом сайте интернета [1], сфера написания подобных статей, или сфера блогов, приобрела разноплановую структуру. Блог может вестись как одним человеком, так и целыми корпорациями. Если физическому лицу блог может помочь в создании или укреплении личного бренда, корпорациям он может помочь в продвижении и укреплении бренда компании.

Компания «Атвинта» занимается разработкой сложных веб-сервисов, дизайном и продвижением. Сотрудники посредством блога хотят делиться опытом, полученным в процессе своей деятельности. Специалисты по продвижению же хотят с помощью статей продвигать бренд компании. Рассмотрим уже готовые решения данной проблемы.

Telegram канал. Разработанный в 2013 году мессенджер стал для некоторых людей удобной площадкой для ведения блога [2]. Преимущество решения заключается в простоте использования. Интерфейс системы не перегружен обилием элементов с функциями. Простое форматирование текста, добавление ссылок, списков и изображений. К недостаткам решения можно отнести тот факт, что пользователи Telegram предпочитают минималистично наполненные посты длинным. Многие авторы каналов делают уклон в сторону написания маленьких и информативных постов с картинкой. Вероятность прочтения такого поста выше. Если весь канал будет состоять из длинных постов, удержание аудитории может быть проблемой. Нет возможности добавить свои элементы графического интерфейса с уникальным поведением.

Сайт на CMS. Сайты, построенные на базе системы управления содержимым, пользуются популярностью, поскольку такие сайты не нужно разрабатывать с нуля, нужно только настроить [3]. К преимуществам решения можно отнести отсутствие необходимости разработки системы с нуля. Это позволит сократить время разработки системы. Тонкая настройка системы может обеспечить пользователя всеми желаемыми функциями. В качестве недостатка решения стоит обозначить необходимость параллельной поддержки двух сайтов. У многих компаний уже существует сайт, где размещено портфолио, список услуг и вакансии. Сторонний сайт только с блогом может быть нерациональным.

В силу приведенных выше примеров, использование готовых решений является неоптимальным. Поэтому, было принято решение создать собственный движок для ведения блога. Собственный движок блога можно встроить в уже существующий ресурс компании. Создание статей, в таком случае, происходит в административной панели, написанной с учетом всех потребностей потенциальных авторов. Возможности изменения функционала системы при таком подходе не ограничены сторонним программным обеспечением, таким как система управления контентом. Уже существующий сайт компании будет находиться на одной площадке с блогом. Размещение блога на сайте влечет за собой возможность пользователя переходить на другие разделы сайта, что будет являться благоприятным для коммерческой составляющей компании. К недостаткам можно отнести необходимость в большем количестве ресурсов времени, финансов и компетенции по сравнению с альтернативными решениями.

Разработанная система позволяет создавать, сортировать и редактировать статьи. Ранее созданные статьи группируются по различным признакам и отображаются в плиточном виде (рис.1). При создании статьи пользователь использует различные блоки из панели инструментов, гибко конструируя вид статьи, попутно наполняя её содержимое. Блоки можно менять друг относительно друга и модифицировать их различные свойства без написания дополнительного кода. Это обеспечивает низкий порог вхождения пользователей и позволяет им сфокусироваться только на процессе создания статьи.

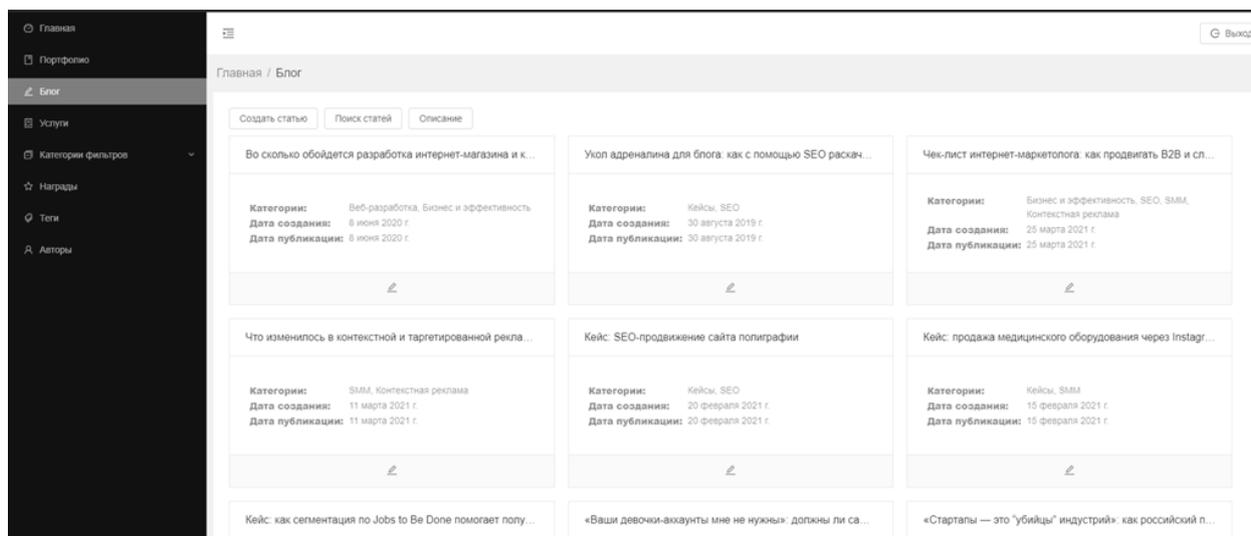


Рисунок 1. Список созданных статей

В будущем планируется также доработать возможность просмотра статистики. Потенциальные авторы смогут увидеть несколько дополнительных свойств. Опишем некоторые из них.

Время, затраченное на просмотр статьи. Зная время прочтения одной статьи, можно сравнить это значение со средним по всем статьям и сделать выводы об интересах аудитории к той или иной тематике. На основе данных о времени просмотра, можно создать автоматизированную систему, которая будет выстраивать приоритеты - на какую тематику ориентироваться потенциальным авторам.

Количество переходов по ссылкам. Анализ переходов по ссылкам может помочь ответить на такие вопросы: “Насколько грамотно спроектирован пользовательский интерфейс? Какие интерактивные элементы на странице чаще всего являются источником перехода на другую страницу? На какие страницы чаще всего переходят со статьи?”. Сделав анализ, можно сделать выводы насчёт того - как авторам лучше всего встраивать интерактивные элементы в свои статьи для достижения максимального результата в удержании пользователя.

Популярные темы в IT-области. Это позволит в реальном режиме отслеживать, о чем стоит писать. Анализ трендов представляет собой рекомендации для потенциальных авторов. Если автор не уверен в полезности содержимого задуманной статьи, а анализ трендов показал, что его тематика не так интересна людям, как хотелось бы, то, возможно, стоит потратить время на что-то другое. Или же автор, у которого давно назревала идея статьи, может быть мотивирован к написанию, поскольку анализ трендов показал, что его тематика - одна из первых, по мнению читателей.

Для того чтобы решить данную проблему, были проанализированы существующие решения и предложена своя система ведения блогов, которая позволила бы авторам удобно рассказывать о своем опыте. В дальнейшем авторы смогут увидеть статистику по своим статьям.

Литература и источники

1. Первый созданный сайт. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/News/9201.html> (дата обращения: 15.03.2021)
2. Telegram. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://t.me/durov_russia (дата обращения: 15.03.2021)
3. CMS: что это такое – назначение, виды и принцип работы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wiki.rookee.ru/cms/> (дата обращения: 15.03.2021)
Научный руководитель – к.т.н. Бурмин Л.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 004.41

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

Астахова А.Д., Резинкина Е.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kmasstakhova@gmail.com, rezkat98@gmail.com

Привлечение обучающихся к участию в жизни вуза является одной из задач, реализуемых высшими учебными заведениями как социальными институтами в рамках социализации индивидов и их дальнейшей мотивации к участию в научной, спортивной, творческой и общественной деятельности [1]. Одним из способов решения данной задачи является создание информационной системы, способствующей привлечению студентов к более активному участию в социальной жизни университета, а впоследствии и привлечение к участию в научной, творческой, общественной, спортивной деятельности университета посредством геймификации данного процесса. В настоящее время в вузе существует информационная система, целью которой является выявление и награждение самых активных студентов ПГАС, но, как показывает практика, она имеет ряд минусов и не является достаточно прозрачной и доступной для большинства студентов.

Цель работы – создание информационной системы, позволяющей отслеживать и поощрять достижения студентов по различным направлениям деятельности. Система разрабатывается в рамках задания от центра взаимодействия с работодателями “IT биржа”.

В начале работы был проведен анализ различных систем учета достижений и поощрения пользователей. Для анализа были выбраны следующие системы:

- MyStat и LogBook
- Shelfee
- UCHI.RU
- Достижения Steam
- Достижения Википедия

- TeachBase
- Достижения World of Warcraft

На основании проведенного обзора удалось установить, что на данный момент существует множество решений для учета достижений пользователей с возможностью их дальнейшего поощрения. Однако, стоит отметить, что большинство данных систем являются неотъемлемой частью более крупных систем, решая данные задачи исключительно в рамках этой системы.

Основные функции для роли “Студент”:

- Восстановление пароля через электронную почту.
- Подача заявки на восстановление ранее удаленного аккаунта.
- Удаление (аккаунт не удаляется, а меняет свой статус с “активен” на “удален”) своего профиля.
- Предложение нового достижения в систему с премодерацией.
- Просмотр ТОП-а студентов в рейтинге с заданной фильтрацией (курс, институт, направление).
- Просмотр своего профиля.
- Просмотр достижений.
- Поиск профиля студента по фамилии и имени.
- Просмотр профилей других студентов.
- Подтверждение выполнения достижения (прикреплять файлы или описывать способ получения достижения) с премодерацией.
- Просмотр отправленных заявок на добавление и подтверждение достижения.
- Просмотр отправленных сообщений об ошибке.
- Управление данными своего профиля с постмодерацией.
- Изменение доступа к просмотру своих достижений другим студентам
- Отправление сообщения об ошибке.
- Отправка своих достижений в другие приложения и системы.
- Изменение статуса награды на “получено”.

Основные функции для роли “Модератор”:

- Управление данными студентов
- Просмотр изменений данных студентов
- Отправка заявки администратору на удаление пользователя с указанием причины.
- Отправка заявки администратору на восстановление удаленного аккаунта.
- Обработка заявок на подтверждение достижения.
- Обработка заявок на добавление нового достижения в систему
- Обработка сообщений об ошибке
- Бан аккаунта с комментарием о причине бана и его длительности

Основные функции для роли “Администратор”:

- Удаление пользователей.
- Добавление достижений в систему.
- Просмотр лога.
- Регистрация модератора.
- Управление данными пользователей.
- Назначение роли.
- Восстановление пользователей.
- Обработка сообщений об ошибке.
- Управление данными достижений.

ИС учета достижений студентов включает две подсистемы – мобильное приложение для студента и веб-приложение для администратора и модератора. В основу реализации положен сервисно-ориентированный подход [2]. Мобильное и веб приложения получают информацию из базы данных, используя специально написанные rest-сервисы. На рисунке 1 представлена диаграмма развертывания показывающая распределение компонентов информационной системы по ее узлам с соединениями – маршрутами передачи данных между узлами.

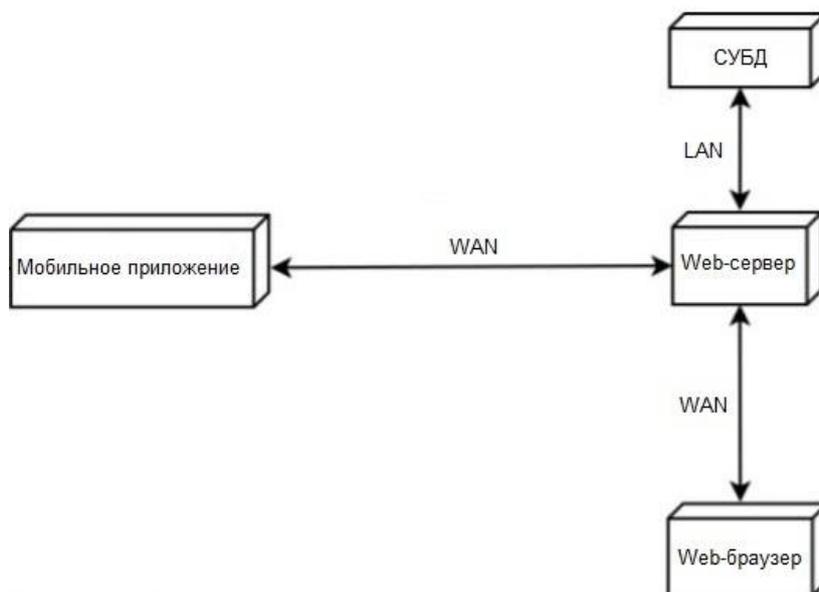


Рисунок 1. Диаграмма развертывания

Мобильное приложение реализовано на языке программирования Java в интегрированной среде разработки для платформы Android, Android Studio. Для реализации визуальной составляющей использовался расширенный язык разметки XML.

Все rest-сервисы реализованы с помощью Spring Boot со встроенным сервлетом Tomcat, используемым в качестве веб-сервера. Spring Boot помогает создавать приложения на основе Spring и позволяет создавать обработчики запросов различными HTTP-методами в разных URL-адресах.

Для хранения данных используется СУБД PostgreSQL. Создание, управление и модификация данных в реляционной базе данных осуществляется при помощи SQL – декларативного языка программирования. В качестве средств реализации для ИС был выбран контейнер сервлетов Tomcat, СУБД PostgreSQL, Spring Boot, Java for Android Studio.

На рисунке 2 отображены экраны рейтинга и профиля мобильного приложения студента.

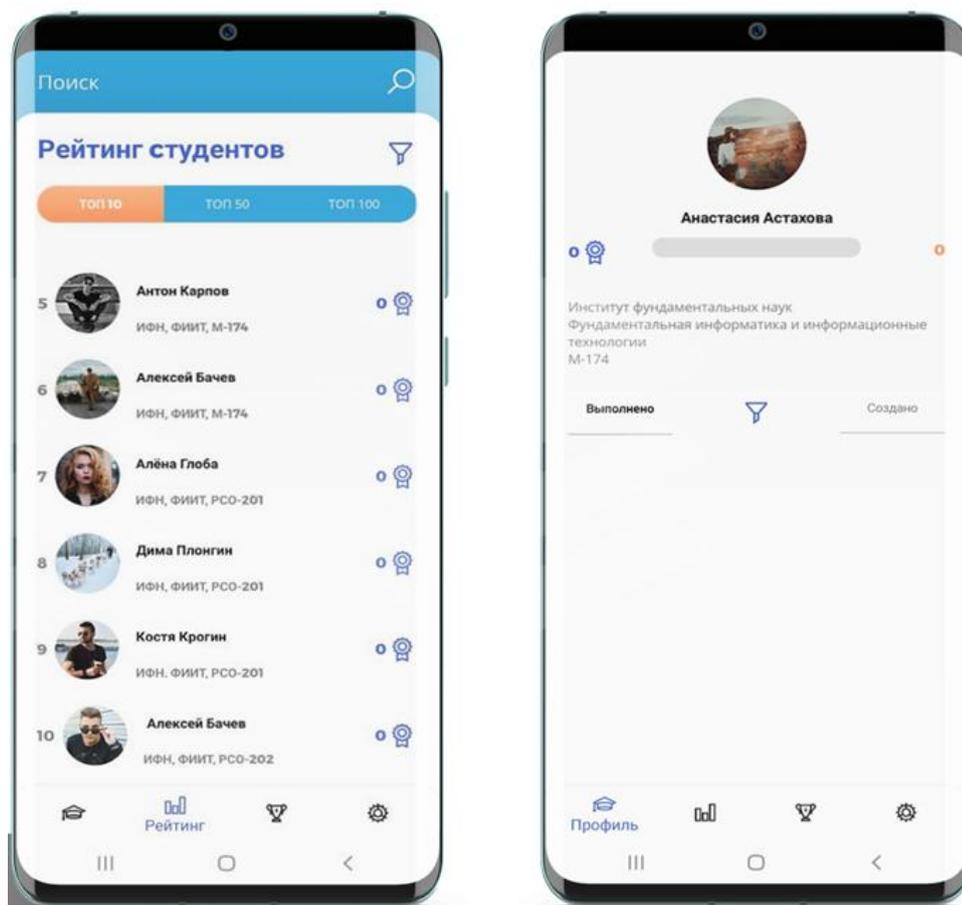


Рисунок 2. Экраны мобильного приложения для студента

В рамках представленной работы реализовано мобильное приложения для пользователя с ролью “Студент”, включая все необходимые для него test-сервисы. На данный момент ведется тестирование мобильного приложения.

Литература и источники

1. Косарева, А.В. Мотивация студентов к участию во внеучебной деятельности вуза: результаты исследования / А.В. Косарева, Н.П. Сенченков // Молодёжь и наука: актуальные проблемы педагогики и психологии. Смоленск, 2018. № 3. С. 73-77
2. Д.Ю. Новиков, К.Г. Каретин, В.С. Матрос, В.А. Ануфриев, М.С. Ерёмин Информационная система мониторинга состояния здоровья пациентов / Материалы симпозиума XV (XLVII) Международной научно-практической конференции “Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей”. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. - С. 118-121.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Завозкин С.Ю., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 004.41

**СБОР АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
ОРГАНИЗАЦИИ УДОБНОГО ДОСТУПА К УСЛУГАМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОВЗ**

Воробьев Н.А., Каба У., Сергеев А.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

worik42@yandex.ru, ousmanealama87@gmail.com, proma7.1679@gmail.com

В работе [1] было рассмотрено мобильное приложение организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ. Это приложение не имело функции обратного информирования, соответственно не было данных о том, что нравится и не нравится пользователям данной разработки, каким образом они используют приложение, понятен ли способ записи на различные услуги, имеет ли приложение ошибки и дефекты, в какое время и из каких мест они заходят в приложение и т.д. Подобный массив пользовательских данных, при наличии аналитических ресурсов, позволил бы подчеркнуть плюсы и минусы приложения, а значит и дать более четкое представление о его дальнейшем развитии. К сожалению, не многие люди с ОВЗ смогут дать обратную связь, и проблема получения обратного информирования является крайне актуальна.

Целью данной работы является получение и анализ актуальной информации о пользовании мобильным приложением.

Нами были рассмотрены следующие сервисы аналитики мобильных приложений [2]: Google Analytics [3], Flurry, App Annie, MixPanel, Apple App Analytics, Localytics, Firebase [4], Countly. Каждый сервис из этого списка рассматривался на соответствие следующим требованиям:

- изменение данных в реальном времени;
- конверсия событий;
- трекинг источников установок;
- учет оставшихся и ушедших после регистрации пользователей;
- отслеживание времени и причин запуска приложения;
- сбор статистики из магазинов приложений;
- демографический анализ приглашающих и приглашенных пользователей;
- метрики пользовательских событий для проверки отработки различных действий с приложением;
- определение экранов, которые приводят к нестабильной работе и сбоям приложения.

Анализ имеющихся инструментов для аналитики мобильных приложений, решающих проблему обратной связи, показал, что наиболее удобными ресурсами будут работающие в связке Google Firebase и Google Analytics.

Google Firebase позволяет подключать систему отслеживания ошибок и настраивать отчет об ошибке. Таким образом мы можем понять у какого пользователя, на каком устройстве приложение вызвало сбой. Данный инструмент интегрируется с Google Analytics посредством связи проектов.

Пользовательский интерфейс Google Analytics может использоваться из Google Firebase. С помощью этого сервиса можно полностью отслеживать использование нашего приложения от его загрузки из магазина Google Play и вплоть до удаления с устройства. Можно видеть таблицу сколько людей пользуются нашим приложением в течение 30 минут. В данном инструменте существует такая особенность, как “события”, в которых можно передавать различные параметры, например, идентификатор пользователя. С помощью данного параметра можно составить карту, как пользователь перемещался по приложению. “События” позволяют видеть в сводной таблице за определенный промежуток времени следующие данные: название события, счетчик задействованных в событии пользователей. Например, событие “OPEN_AUTH_SCREEN”, означающее открытие экрана авторизации, произошло 5 раз с двумя пользователями (рис. 1).

Existing events				
Event name ↑	Count	% change	Users	% change
app_remove	4	-	4	-
first_open	7	-	7	-
OPEN_AUTH_SCREEN	5	-	2	-
OPEN_REGISTRATION_SCREEN	10	-	4	-
OPEN_SERVICES_SCREEN	1	-	1	-
screen_view	65	-	7	-
session_start	9	-	7	-

Рисунок 1. Таблица “событий”

Мы используем данную особенность, чтобы отслеживать каким образом пользователь взаимодействует с нашим продуктом, на какие экраны он переходит, какие действия он совершает, а также получилось ли у него правильно ввести данные в форме. В Google Analytics можно просматривать в реальном времени с небольшой задержкой, сколько пользователей находятся в приложении (рис. 2).

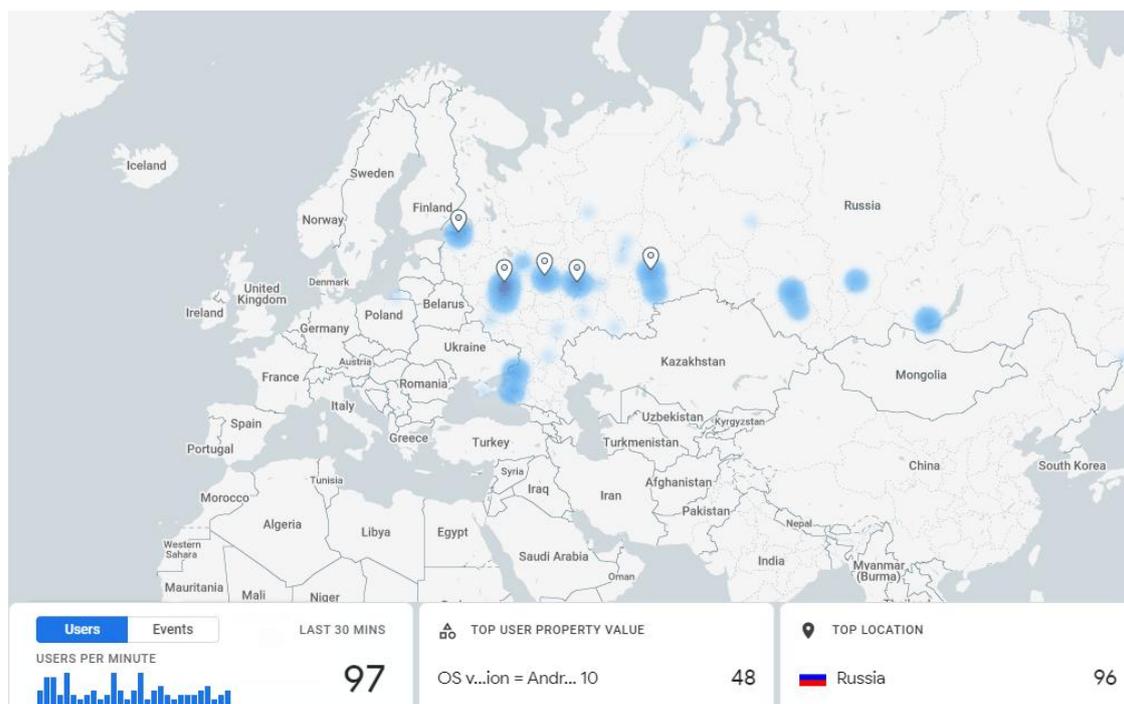


Рисунок 2. Карта пользователей

На данный момент собираются аналитические данные, после анализа которых мы можем получить более информативную обратную связь от пользователей и понять, в каких аспектах приложения имеются недочеты или ошибки, которые нужно исправить, чтобы пользователи с ОВЗ не чувствовали дискомфорта при использовании.

Литература и источники

1. Мобильное приложение организации удобного доступа к услугам для людей с ОВЗ [Текст] / Воробьев Н.А., Ефимова А.М // Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике: сб. статей. – Кемерово, 2020. – С. 92-95.

2. 10 лучших платформ для аналитики приложений Android: сайт. – URL: <https://medium.com/@mobileanalytics6/10-лучших-платформ-для-аналитики-приложений-android-1d02363563a5> (дата обращения: 1.04.2021). – Текст: электронный

3. Google Analytics: сайт. – URL: <https://analytics.google.com/analytics/web/> (дата обращения: 1.04.2021). – Текст: электронный.

4. Firebase: сайт. – URL: <https://firebase.google.com/> (дата обращения: 1.04.2021). – Текст: электронный

Научный руководитель – д.т.н., доцент Гудов А.М., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет».

УДК 004.75:004.92:004.046

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Городилов Д.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

dealenx@gmail.com

Развитие вычислительной гидродинамики связано с проведением сложных экспериментов, в исследованиях которых важна автоматизация в управлении расчетными задачами и удаленная визуализация данных [1]. Однако существуют серьезные препятствия в разработке всех необходимых технологий в управлении запуске моделирования, начиная с введения параметров и заканчивая последующей постобработкой.

Настоящая работа посвящена применению веб-ориентированной платформы облачных вычислений на основе открыто-разрабатываемого проекта HPCCloud [2], в котором реализованы механизмы взаимодействия с вычислительными ресурсами и транслированием удаленной визуализации, а также исследуются способы реализации интерактивной веб-среды для управления расчетными задачами пакета OpenFoam.

Платформа HPCCloud

Архитектуру HPCCloud можно разделить на разные части (см. рис. 1). Основной частью является серверное приложение на Girder [3], которое отвечает за хранение данных и мониторинг выполнения расчетных задач [4]. Клиентское приложение на фреймворке React реализует пользовательский интерфейс платформы и взаимодействие с сервером по протоколам HTTP и WebSocket. Брокер сообщений RabbitMQ и воркер задач Celery выполняют асинхронные и трудоемкие запросы на вычислительный кластер [5].

В платформе для автоматизации процессов моделирования разрабатываются модули для возможности запуска расчетной задачи. Модули включают в себя клиентскую часть, где пользователю предоставляется пользовательский интерфейс для ввода параметров и в зависимости от них генерируются данные файлов, которые серверное приложение Girder отправляет на очередь в воркер задач, выполняющий асинхронные запросы на вычислительный кластер и предоставляющий для мониторинга информацию о состоянии выполняемой расчетной задачи (см. рис. 2).

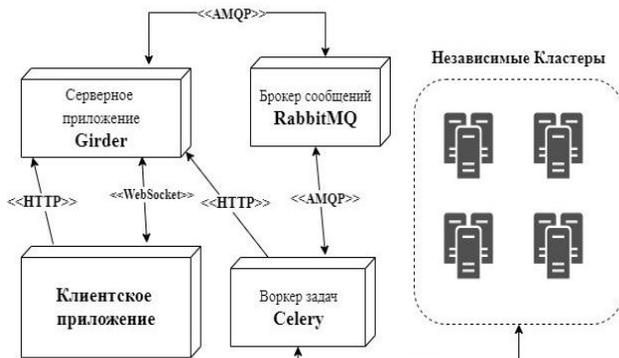


Рисунок 1. Архитектура HPCCloud



Рисунок 2. Процессы моделирования

Разработка модулей для расчета задач о гидродинамике

В качестве первой расчетной задачи для разработки собственного модуля была выбрана задача о течении несжимаемой жидкости в кубической каверне, где описывается геометрическая область, которая состоит из трех неподвижных границ, а верхняя стенка движется с определенной скоростью, из-за чего возникает круговое течение жидкости в каверне. Модуль включал в себя пользовательский интерфейс для ввода параметров задачи, в зависимости от которых подготавливаются инструкции для возможности запуска OpenFoam-задачи на вычислительном кластере КемГУ.

Следующий расчет требовал более сложную геометрию сетки, которую было бы довольно затруднительно подготовить, используя инструментарий пакета OpenFoam. Поэтому была выбрана задача о течении идеальной жидкости в области, в которой имеются входящие и выходящие отверстия (см. рис. 3). В модуле, выполняющий расчет данной задачи, для пользователя интерактивно представлена предварительная визуализация геометрической области, где в зависимости от параметров визуализируется сетка для расчетной задачи (см. рис. 4). На основе введенных параметров на вычислительном кластере подготавливается расчетная сетка с помощью программы SALOME, позволяющая сгенерировать и конвертировать сетку для расчетного кейса OpenFoam.

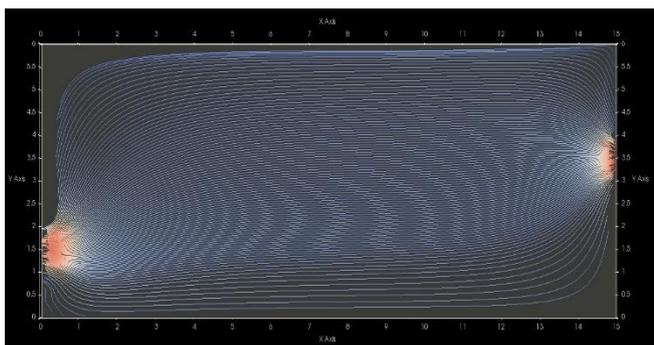


Рисунок 3. Визуализация результатов расчета

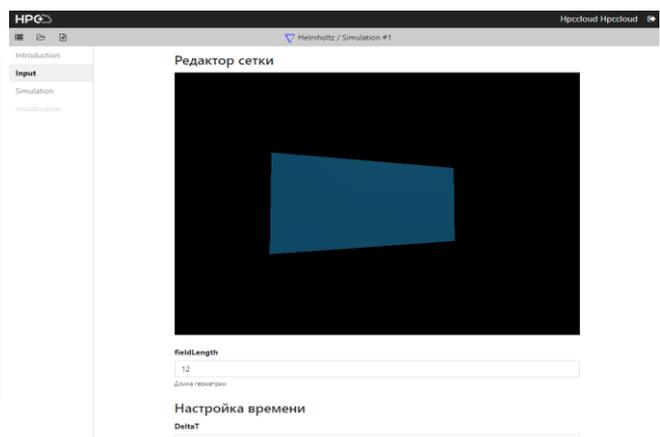


Рисунок 4. Введение параметров для расчета задачи

Поддержка пользовательских модулей

Стоит отметить, что значимой проблемой в разработанных модулях является то, что их интеграция происходит через статическое импортирование, иначе говоря, для добавления новых модулей требуется непосредственное участие разработчика, которому необходимо изменять исходный код платформы для поддержки новых модулей. Это создает ситуацию,

когда проблематично внедрять сотни различных модулей, которые позволяли бы производить запуск всевозможных расчетов задач гидродинамики.

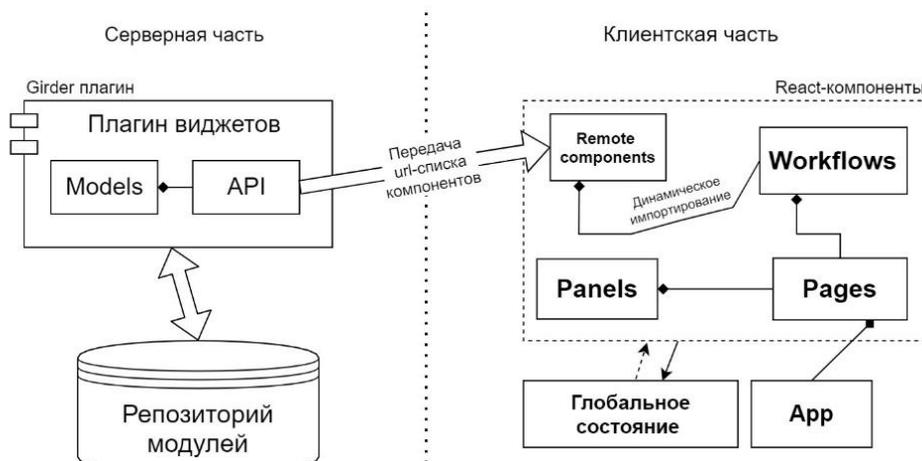


Рисунок 5. Архитектура внедрения пользовательских модулей

Эффективным решением в данной проблеме является возможность для пользователей загружать свои собственные модули в систему, которые могли бы динамично интегрироваться в систему. Сперва со стороны пользователя подготавливается модуль, который компилируется независимо от платформы, затем этот модуль загружается в платформу. После чего клиентское приложение со стороны сервера принимает список доступных модулей, где в каждом элементе списка имеется URL-адрес на подготовленный JavaScript-файл, необходимый для динамической интеграции скомпилированного кода.

Учитывая вышеизложенное, была спроектирована архитектура для поддержки пользовательских модулей, представленная на рисунке 5. Для возможности загрузки, хранения и получения пользовательских модулей был разработан плагин для фреймворка Girder, расширяющий API серверной части платформы. В клиентской части реализована поддержка для возможности динамического и асинхронного импортирования полученного от сервера списка компонентов, которая подобно статическому импортированию внедряет их в другие компоненты основной кодовой базы клиентского приложения. В настоящий момент ведётся разработка клиентской части для загрузки пользовательских модулей и подготавливается сборка для компилирования отдельных React-компонентов.

Заключение

В ходе работы были разработаны модули для расчета задач гидродинамики и проведено ряд тестов на вычислительном кластере Кемеровского Государственного Университета. Для поддержки пользовательских модулей была спроектирована архитектура и отчасти реализовано динамическое импортирование сторонних расширений. Разработка веб-платформы ведётся открыто-разрабатываемо и исходный код доступен на ресурсе Github [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что применение открыто-разрабатываемой платформы HPCCloud упрощает автоматизацию в управлении конкретных узкоспециализированных задач гидродинамики, но остается актуальным развитие задействованных технологий и инструментарий, которые бы в перспективе могли бы реализовывать 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. Documentation HPCCloud. Kitware Inc [Электронный ресурс]. URL: <https://kitware.github.io/HPCCloud/docs> (дата обращения 15.04.2021).
3. Documentation Girder: a data management platform. Kitware Inc [Электронный ресурс]. URL: <https://girder.readthedocs.io/> (дата обращения 15.04.2021).
4. 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.
5. 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.
6. dealenx/ hpccloud-kemsu. Docker compose infrastructure for development HPCCloud [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/dealenx/hpccloud-kemsu> (дата обращения 15.04.2021).

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

УДК 004.415

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВИТРИНЫ ДАННЫХ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ КЕМГУ

Гуров Е.С., Давзит И.П

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
gurov@kemsu.ru, davzit@kemsu.ru

Введение

В современном мире объемы собираемой информации в организациях, в том числе и в университетах, возрастают, следовательно, встает вопрос о грамотном ее использовании для улучшения процесса обучения при помощи аналитических систем и систем поддержки принятия решений.

Эту задачу невозможно решить без анализа большого потока информации, поступающего в информационную среду электронного образования от участников образовательного процесса – студентов, преподавателей, администрации и т.д.

Целью работы является создание и внедрение систем, которые позволяют хранить и обрабатывать большие потоки данных, предоставлять аналитику и помогать принимать решения по улучшению образовательного процесса.

Постановка задач

Кемеровский государственный университет собирает следующую информацию об образовательном процессе:

- Результаты сессий.
- Список направлений и форм обучения.
- Списки дисциплин и преподавателей.
- Списки групп и студентов.
- Списки стран и регионов.

На основании собираемых данных, необходимо создать информационная систему, которая предоставит информацию для принятия решений по контролю учебного процесса.

Используемые методы решения

Весь набор технологий и приложения для сбора, хранения и анализа данных принято называть Business Intelligence (BI). Компания Microsoft предоставляет инструменты для полного цикла работы с данными: сбор, обработка и загрузка, построение модели данных, аналитика на основании выбранной информации.

Чтобы собрать информацию была создана база данных, диаграмма которой можно увидеть на рисунке 1, и использованы средства SQL Server Integration Services (SSIS), с помощью которых были выбраны необходимые столбцы, данные в них трансформированы, очищены и помещены в базу.

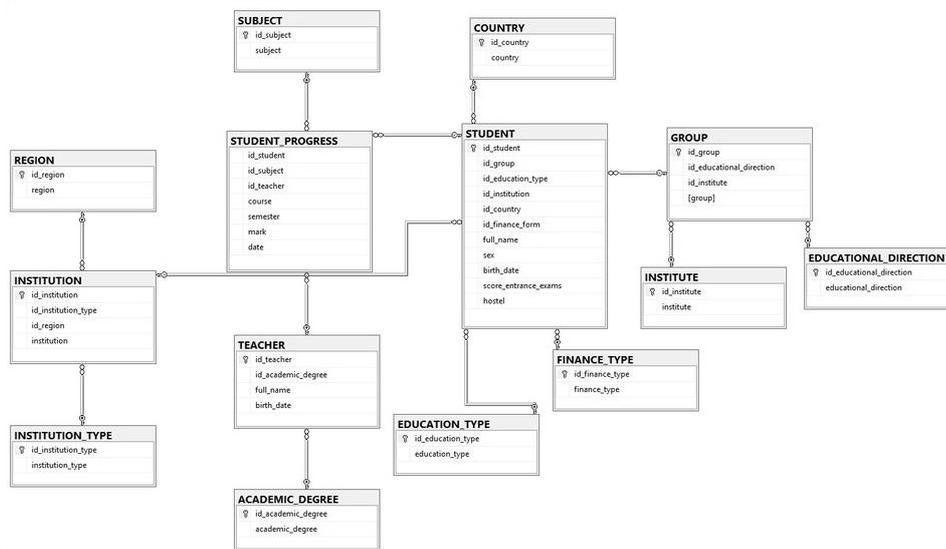


Рисунок 4. Диаграмма базы данных

Схема потоков задач, включающая в себя потоки данных для миграции изображена на рисунке 2.

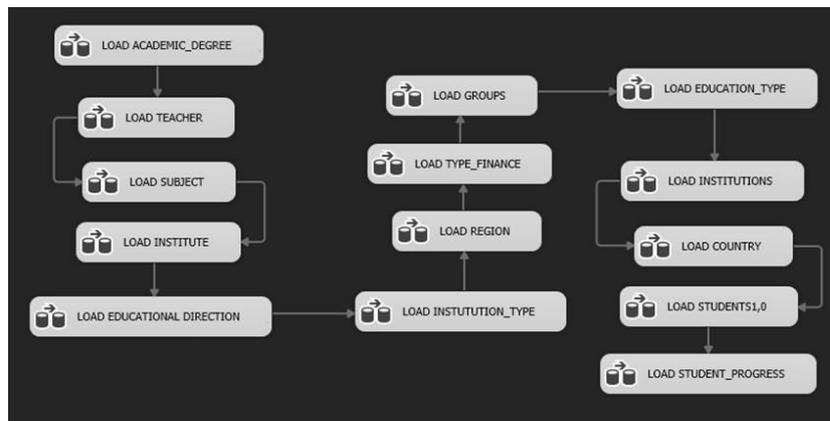


Рисунок 2. Схема потоков задач миграции данных

После сбора, была построена табличная семантическая модель с помощью SQL Server Analysis Services (SSAS). Представление построенной модели изображено на рисунке 3.

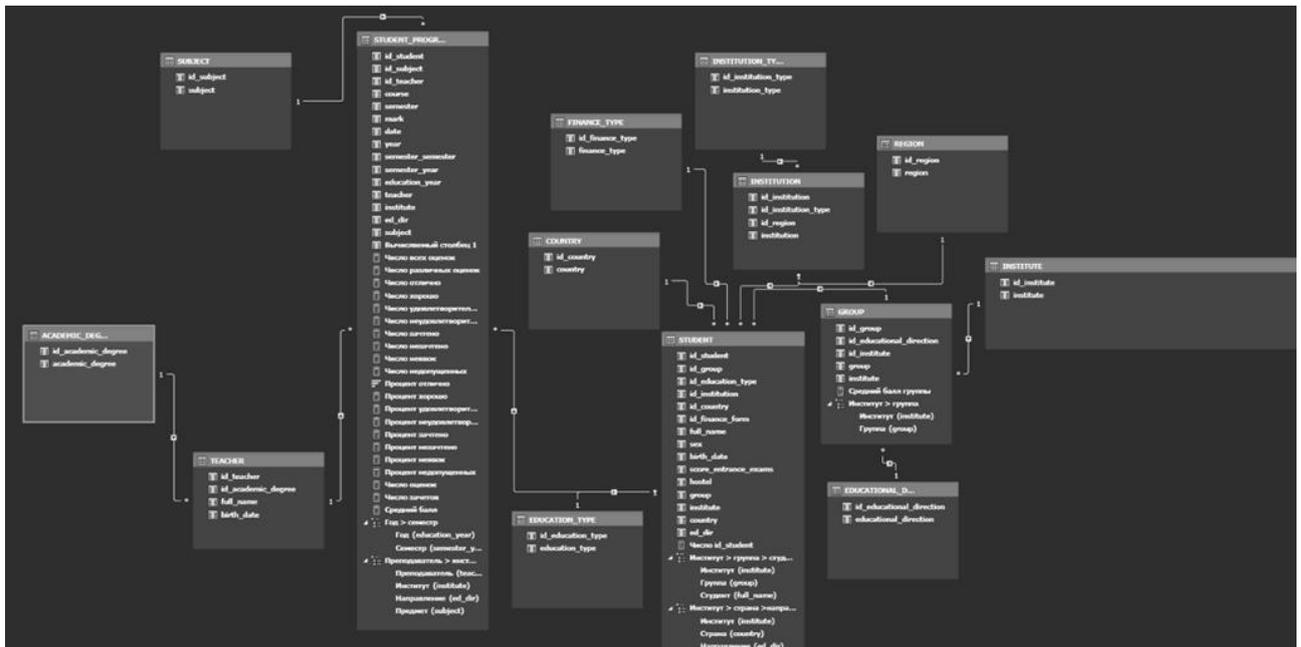


Рисунок 3. Представление табличной семантической модели данных об успеваемости

Заполненная модель занимает более 200МБ дискового пространства, количество строк в таблицах составляет более 3 млн.

Следующим шагом были развернуты средства BI для предоставления отчетов на основании данных семантической модели, для этого были использованы лидеры рынка решений в области бизнес-аналитики – Tableau (Tableau Server) и PowerBI (PowerBI Report Server).

Пример построенного набора отчетов для аналитики успеваемости конкретного студента, средний балл и выборка успеваемости по его группе, загруженного в Tableau Server продемонстрирован на рисунке 4.

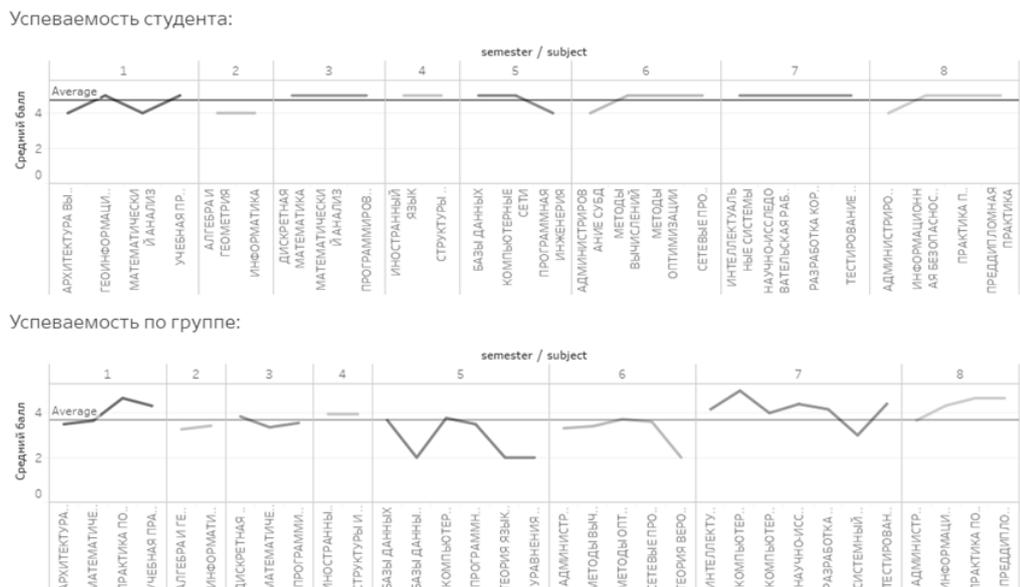


Рисунок 4. Отчет об успеваемости студента в Tableau

На рисунке 5 изображен интерактивный отчет, построенный средствами PowerBI Report Server и доступный для встраивания, например, в личный кабинет студента. Каждый столбец

может быть обобщен до уровня семестра, где можно увидеть средний балл конкретно за этот семестр и детализоваться до предметов, сданных в выбранном семестре. В правой колонке указывается рекомендация, что необходимо пересдать студенту для получения, например, красного диплома.

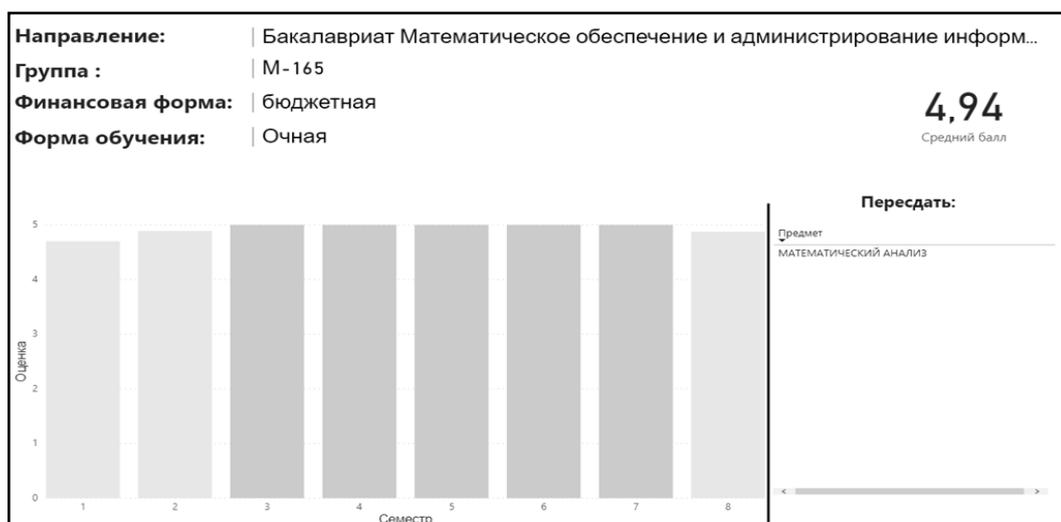


Рисунок 5. Интерактивный отчет в PowerBI

Результаты

На текущем этапе заполнена витрина данных об успеваемости студента, составлена табличная семантическая модель, развернуты серверы отчетов для BI-аналитики, составлены отчеты о текущей успеваемости для студентов по различным признакам, отчеты о посещаемости пар, задолженностях.

Литература и источники

1. Brian Larson: Data Analysis with Microsoft Power BI. Oreilly, 2019.
 2. Baker, R.S., Ocumpaugh, J.L., Andres, J.M.A.L: BROMP Quantitative Field Observations: A Review. In R. Feldman (Ed.) Learning Science: Theory, Research, and Practice, 2020, pp. 127-156.
- Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Карабцев С.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 004.55

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Дашков А.В., Котышев М.Ю., Корольков А.С.

Кемеровский государственный университет

dashkovtemk@mail.ru, artyomasking@gmail.com, maximkv98@gmail.com

В наше время многие образовательные организации ищут удобный способ передачи информации о необходимости выполнения тех или иных заданий и поручений для своих сотрудников. Не всегда можно грамотно оценить качество выполнения этих заданий. Учителя и преподаватели могут пропустить по времени выполнение зафиксированного руководством поручения. Поэтому необходима информационная среда, в которой руководство могло бы выдавать задания и поручения без необходимости личной встречи, а сотрудники выполнять задания и предоставлять решения точно в срок. В существующих информационных продуктах подобного рода есть как преимущества, так и недостатки. Большинство из них ограничивает действия пользователя, принуждая к покупке дорогостоящей лицензии. Кроме того, существующие решения не ориентированы на специфику работы школы, поэтому не

обладают всем необходимым функционалом. Таким образом, целью данной работы является создание веб-приложения, позволяющего упростить постановку и управление задачами, а также повысить контроль их исполнения в учебном заведении (МОУ СОШ №82 города Кемерово).

Перед разработкой веб приложения был проведен обзор существующих аналогичных или похожих решений:

- Trello;
- Basecamp;
- Microsoft To Do;
- Evernote

Целью обзора было изучение функциональности, дизайна и особенностей реализации приложений. На основании обзора, а также пожеланий заказчика, были сформированы функциональные требования к приложению:

- возможность задать приоритет задачи (поручения);
- возможность создания подзадачи внутри задачи и назначение ответственного за исполнение;
- возможность оставлять комментарий к каждой подзадаче и задаче в целом;
- возможность отправлять текст, речь, мультимедиа файлы и документы;
- возможность формирования отчета о выполненных и невыполненных задачах, результативности работы сотрудников;
- возможность пользователя самостоятельно устанавливать данные для входа.

На диаграммах последовательности действий в нотации UML (рисунок 1 и 2) показан процесс работы пользователя с веб-приложением. Пользователь заходит на сайт, где вводит свои данные для входа. На серверной стороне происходит проверка полученных данных на соответствие, после чего на клиентскую часть приходит ответ. Если введенные данные авторизации неверны – пользователь получит сообщение о несоответствии данных. Если же введенные данные верны – клиентская часть отправляет GET-запрос для получения задач для текущего пользователя. Ответ обрабатывается в клиентской части и отображается на экране пользователя.

Если пользователь обладает привилегиями для создания задач, в навигационной панели ему будет отображена вкладка создания новой задачи. На этапе создания задачи пользователь заполняет необходимые поля и назначает исполнителей, полученная информация передается клиентской частью на сервер. В этот момент в базу данных записывается переданная информация и на клиентскую часть вернется идентификатор созданной задачи. Полученный идентификатор будет добавляться в POST-запрос для загрузки файла на сервер. Загружая файл, на сервер приходит 2 параметра: файл в формате multipartfile и id задачи, к которому он был добавлен, сервер записывает полученные данные в базу данных и отправляет ответ на клиентскую часть. Пользователь обладает возможностью добавлять подзадачи в момент создания основной задачи, для этого достаточно выбрать опцию “добавить подзадачу”. На серверную часть посредством POST-запроса поступит набор подзадач. После обработки и записи полученных подзадач в базу данных, на клиентскую часть будет возвращено сообщение об успешном добавлении подзадач, которое будет предоставлено пользователю.

Автор задачи обладает возможностью добавить новые подзадачи в уже созданную задачу, для этого нужно выбрать опцию “добавить подзадачу” в необходимой задаче. Клиентская часть отправит на сервер полученные данные. Серверная сторона запишет полученную информацию в базу данных и отправит ответ клиентской части, которая сообщит пользователю об успешно добавленных подзадачах.

При необходимости, автор может изменить или же полностью удалить задачу. Для изменения необходимо выбрать опцию “изменить задачу”. Данные будут отправлены на

серверную часть, где будут обновлены в базе данных. При удалении, серверная сторона найдет и удалит необходимую задачу, ее подзадачи и все прикрепленные документы.

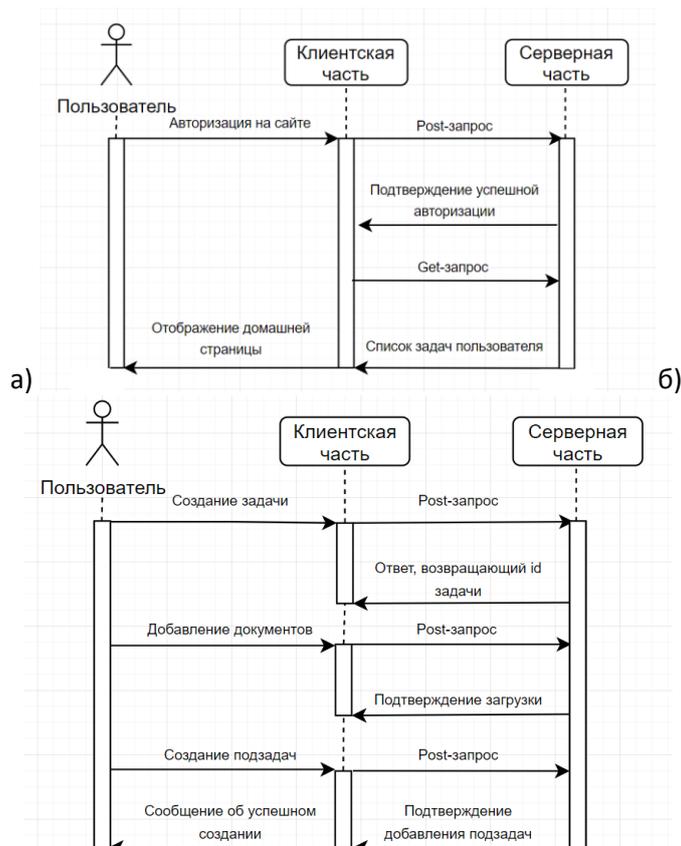


Рисунок 1. а) Диаграмма последовательности. Авторизация; б) Диаграмма последовательности. Создание задачи

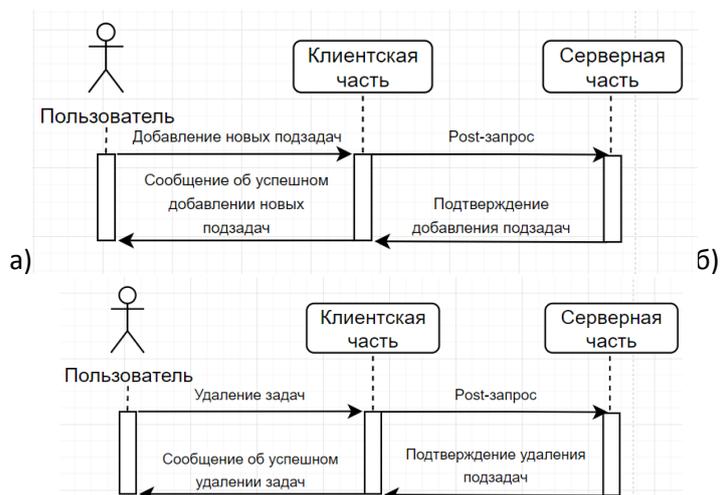


Рисунок 2. а) Диаграмма последовательности. Добавление новых подзадач; б) Диаграмма последовательности. Удаление задачи

Для реализации веб-приложения была выбрана IDE IntelliJ IDEA. Клиентская часть реализована посредством JavaScript-библиотеки React. Серверная часть написана на Spring – фреймворке для Java-платформы. Для хранения данных мы используем базу данных MySQL. С целью улучшения безопасности нашего веб-приложения, при аутентификации пользователя

мы используем библиотеку для JavaScript – Redux, а при передаче данных с клиентской на серверную часть – все данные хешируются при помощи библиотеки Java – bcrypt. Для отправки уведомлений было решено воспользоваться SMTP-сервером от gmail.

На данный момент в веб-приложении доступны следующие функции:

- добавление и удаление пользователей;
- возможность пользователя изменить свои личные данные;
- авторизация пользователей;
- создание, изменение и удаление задач;
- возможность отправки и скачивания документов;
- создание, изменение и удаление подзадач;

Скриншоты реализации приложения представлены на рисунках 3-5.

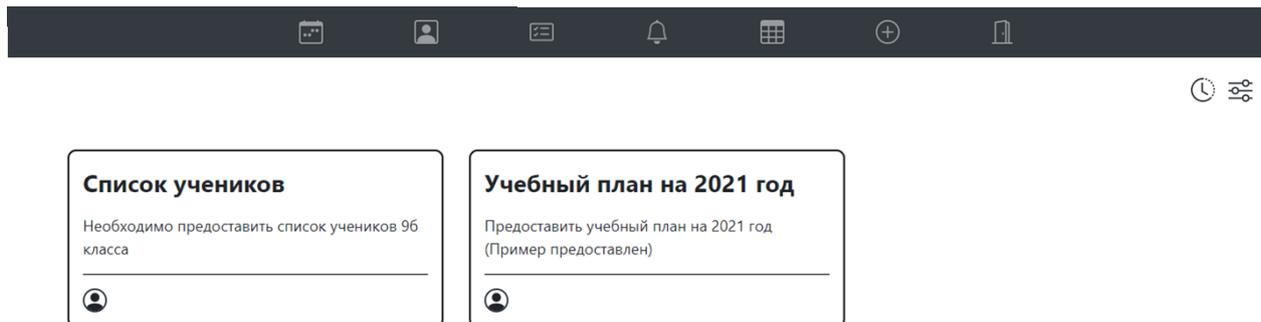


Рисунок 3. Главная страница веб-приложения

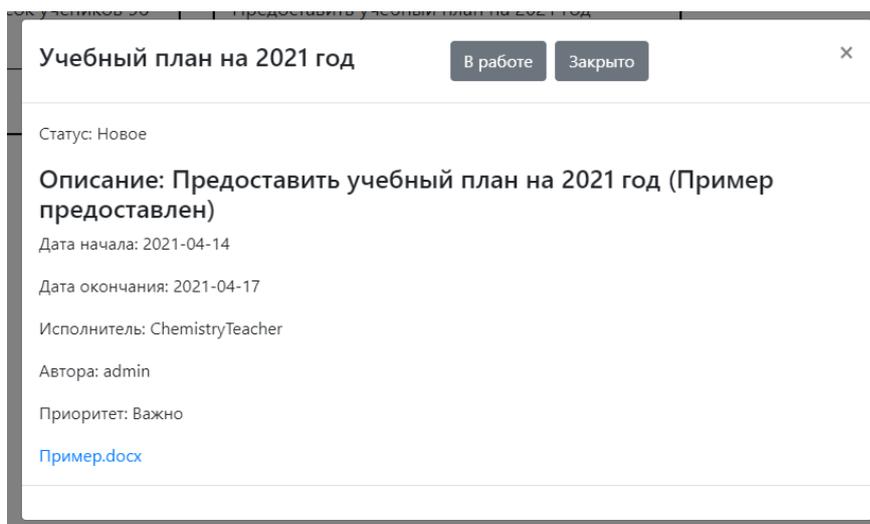


Рисунок 4. Подробности задачи

Рисунок 5. Создание новой задачи

В результате мы имеем практически готовый продукт, ожидающий проверки на пригодность к использованию заказчиком.

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

УДК 004.891.2

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Девянин И. С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

dambo290@yandex.ru, ilya.dev@yandex.ru

При создании модели машинного обучения нужно проводить предварительную обработку данных. Это напрямую влияет на точность получаемых предсказаний от будущей обученной модели. Основным параметром ее качества является точность, то есть уровень вероятности правильного предсказания или классификации, выраженный в числовом или процентном значении.

В данном материале в качестве примера для обработки взята база данных – таблица по краткосрочной программе капитального ремонта многоквартирных домов города Кемерово (Рисунок 1). В качестве предсказываемого значения взято отношение удельной стоимости капитального ремонта одного квадратного метра общей площади помещений многоквартирного дома к количеству жителей, зарегистрированных в доме.

Адрес	Год постройки	Материал стен	Количество этажей	Количество подъездов	Общая площадь помещений МКД	Общая стоимость капитального ремонта	Количество зарегистрированных жильцов	Удельная стоимость капитального ремонта 1 кв.м	Искомое отношение (y)
-------	---------------	---------------	-------------------	----------------------	-----------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--	-----------------------

Рисунок 1. Шапка таблицы по краткосрочной программе капитального ремонта многоквартирных домов города Кемерово

Обученная модель на необработанных данных этой таблицы имела точность близкой к нулевой.

Для увеличения точности предсказания модели были применены следующие методы: анализ выбросов, переработка категориальных и отсутствующих значений, стандартизация и нормализация данных. Теперь рассмотрим каждый по-отдельности.

1. Анализ выбросов

В первую очередь требуется избавиться от значений, которые выходят за рамки гипотезы. В случае с таблицей по капитальному ремонту таковыми могут быть, например, значения количества этажей. Самый высокий многоквартирный дом в Кемерово имеет 16 этажей. Разумеется, меньше одного этажа в доме также не может быть. Следовательно, при выборке в соответствующем столбце таблицы значения меньше одного и больше 16 являются выбросами.

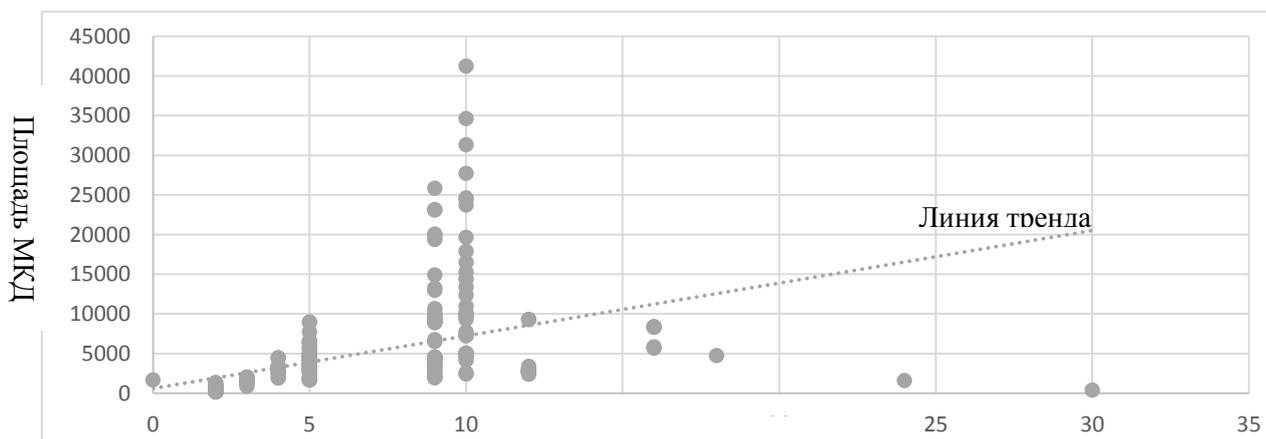


Рисунок 2. Визуализация отношения площади МКД к количеству этажей

Отследить таковые можно с помощью визуализации данных. На рисунке 2 видно, как изменяется линия тренда в зависимости от имеющихся выбросов (значений больше 16 этажей). Ее угол, относительно оси повышается, отклоняясь от общего тренда. Если учесть, что обучение модели на весах – есть поиск зависимостей и общих признаков, то выбросы, которые отклоняют линию тренда очень сильно только запутают будущую модель.

Методов борьбы с выбросами не мало, однако часто используется один из самых простых – экстремальный анализ данных. Алгоритм его прост. Нужно сначала визуализировать данные для нахождения экстремальных значений. Задействовать распределение, например Гауссовское, а после отфильтровать предполагаемые выбросы из обучающей выборки и оценить работу модели.

2. Замена категориальных значений

Даже самая продвинутая нейронная сеть в конечном итоге не понимает текст, а просто переводит его в числовые значения, а в конечном итоге все приходит к единицам и нулям.

В таблице, которая рассматривается как пример в данном материале, один столбец занимает информация о материале стен. Там указаны текстовые значения: кирпич, панель, пеноблоки и так далее. Это строковые категориальные значения, и их нужно перевести в числовые для повышения точности предсказания, так как модели машинного обучения крайне плохо работают с значениями разных типов (int, float, object).

Каждой текстовой категории можно присвоить свое числовое значение, например, кирпич – 1, пеноблок – 2, панель – 0 и так далее.

Решить эту задачу можно даже в Excel, но удобнее и быстрее с применением программирования. Например, в Python-библиотеке Pandas имеется функция `get_dummies`, которая конвертирует категориальные значения в числовые.

Тут важно не забывать об этом и учитывать значения при интерпретации ответа модели машинного обучения.

3. Отсутствующие значения

Отсутствующим значениям, которые были пропущены в базе данных обычно автоматически присваивается значение NaN (например, в SQL). Также таковые пропуски могут возникать при делении числа на ноль, если производятся какие-то вычисления.

По своей сути отсутствующие значения могут работать также, как выбросы, уменьшая точность будущей модели машинного обучения, однако на графиках их не видно. Впрочем, их наличие не сложно проверить. В той же библиотеке Pandas есть метод `isnull()`, позволяющий найти их.

Дальше с ними можно поступить по-разному:

1. Можно просто удалить строки или атрибуты с отсутствующими значениями. Этот вариант подходит в том случае, если таковых строк или атрибутов не много относительно всего набора данных.

2. Можно заполнить NaN нейтральными значениями, то есть такими, которые не окажут значительного влияния на обучение.

Если прибегать ко второму варианту решения, то можно заполнить отсутствующие значения очень маленькими числами или вовсе нулями.

Также NaN можно заменять средними значениями соседей или при помощи байесовского анализа главных компонент.

3. Стандартизация и нормализация

Для повышения точности ML-моделирования входные данные часто подвергают нормализации и/или стандартизации. Нормализация необходима для приведения данных к диапазону от 0 до 1. Это объясняется тем, что многим алгоритмам машинного обучения удобнее работать с этим диапазоном. В Python-библиотеке Scikit-learn есть для этого классы `MinMaxScaler` и `RobustScaler`. Для того, чтобы выровнять форму распределений применяют квантильную нормализацию.

Во время квантильной нормализации двух и более распределений значения переменных сначала сортируют. Затем, исходные значения одинакового ранга заменяют их средними значениями. Так, например, максимальные значения переменных станут средним максимальных значений и так далее.

Стандартизацию применяют для приведения данных к нормальному распределению с математическим ожиданием равным 0 и стандартным отклонением равным 1. В результате, распределение передвигается. Для стандартизации данных в Scikit-learn есть класс `StandardScaler`, который применяет к каждому из атрибутов следующее: вычитает из значений среднее и делит полученную разность на стандартное отклонение.

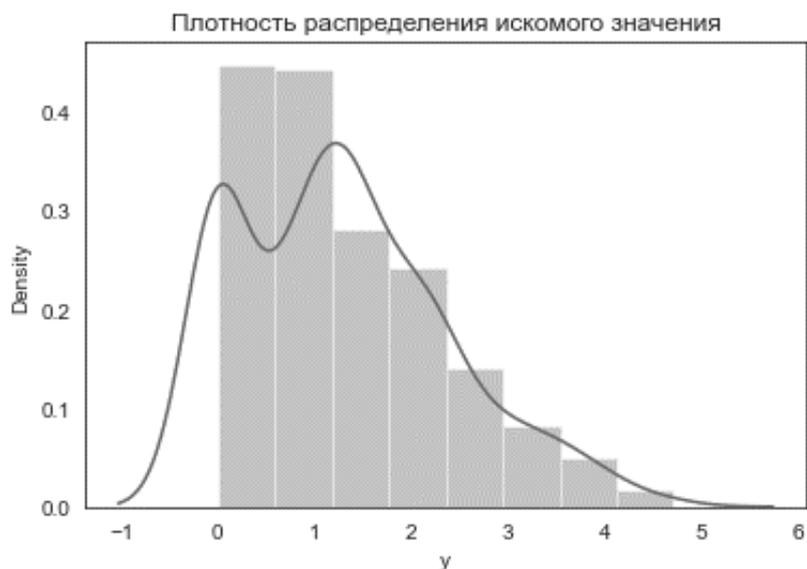


Рисунок 3. Визуализация плотности распределения искомого значения (у) после логарифмирования

Также в качестве нормализации применяют логарифмирование. Логарифмирование преобразует "скошенные" (асимметричные) данные в более симметричные, так как происходит "растягивание" шкалы возле нуля, малые значения, сгруппированные вместе, распределяются вдоль шкалы. В то же время логарифмирование собирает вместе большие значения на правом конце шкалы. Наиболее часто применяют десятичные и натуральные логарифмы.

Например, на рисунке 3 показана нормализация значений с помощью функции Python-библиотеки Numpy и библиотеки Seaborn. Применяя к значениям искомого соотношения `np.log()`, мы получаем их нормальное распределение, которое показывает кривая. Обычно, данные не являются нормально распределенными, что не удобно для статистических процедур – их сложно привести к какой-либо формуле зависимости (синусоидальная, параболическая, гиперболическая и так далее).

Часто встречается логнормальное распределение. Вообще не стоит недооценивать такие простые методы как логарифмирование и другие преобразования данных. На практике не раз встречаются случаи, когда после логарифмирования начинают получаться осмысленные результаты, хотя до предобработки результаты были малосодержательными.

Вообще, выбор метода нормирования – это отдельная задача, которой посвящены многие работы. Выбор метода предобработки и шкалирования может существенным образом повлиять на результаты анализа (Ver get al, 2006).

Вывод

На сегодняшний день существует большое разнообразие методов подготовки баз данных. Применять их необходимо в соответствии с условиями решаемой задачи. В случае с таблицей по краткосрочной программе капитального ремонта, применение вышеописанных методов позволило увеличить точность модели до 76 процентов.

Литература и источники

1. NumPy Reference [Электронный ресурс] : numpy.org. URL: <https://numpy.org/doc/stable/reference/> (дата обращения: 15.04.2021).
2. pandas documentation [Электронный ресурс] : pandas.pydata.org. URL: <https://pandas.pydata.org/docs/> (дата обращения: 15.04.2021).

3. Python 3.x Resources [Электронный ресурс] : www.python.org. URL: <https://docs.python.org/3/whatsnew/3.9.html> (дата обращения: 16.04.2021).

4. Supervised learning [Электронный ресурс] : scikit-learn.org. URL: https://scikit-learn.org/stable/supervised_learning.html#supervised-learning (дата обращения: 15.04.2021).

Научный руководитель – д.т.н., профессор Степанов Ю. А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ OLAP-ТЕХНОЛОГИЙ В БИЗНЕСЕ

Дорн Е. В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

katedorn2000@gmail.com

Статья «Применение OLAP-технологий в бизнесе» посвящается информационным технологиям анализа данных с использованием OLAP-технологий. Актуальность статьи обусловлена тем, что появляется большое количество информации, которое необходимо анализировать с целью извлечения новых знаний, поэтому существует потребность в методах и средствах их реализации, используемая на этапе анализа данных. В настоящее время существует большой выбор таких приложений, однако не все они доступны большинству пользователей персональных компьютеров. В статье рассматривается оптимальный вариант решения данной проблемы. В процессе исследования также были изучены конкретная область применения данной технологии и особенности организации приложений с OLAP-технологией. В качестве объекта исследования рассматривается набор данных, предоставляющего характеристики пользователей в интернет-магазине. На основе изучения выбранного набора данных сделаны статистика и анализ датасета, рассмотрены примеры построения отчетов на основе исходных данных, сделана визуализация данных в виде графиков, показан срез данных, сделан анализ получившихся зависимостей. Выводы, приведенные в статье, могут быть использованы при принятии решения при выборе наиболее доступного инструмента анализа данных, который поддерживает использование OLAP-технологий достаточного качества.

Интеллектуальный анализ данных всё больше проникает в различные отрасли экономики. Прикладные бизнес-задачи решаются уже с новыми, совершенствующимися математическими методами, моделями и подходами. Компании всё чаще склоняются в сторону использования анализа данных, так как он позволяет значительно быстрее оптимизировать работу компании и повысить доход от кампаний при постоянном увеличении объёма данных.

В настоящее время рынок предлагает большое количество приложений, предназначенных для разных задач, которые связаны с анализом и визуализацией данных. Приложения могут быть разделены:

- 1) по способу организации данных в многомерных кубах;
- 2) по способу хранения на физическом уровне;
- 3) по месту нахождения OLAP машины, рассчитывающей многомерные кубы;
- 4) по степени готовности к применению для конечного пользователя. [1]

MicroStrategy для анализа данных, Cognos Enterprise Planning для финансового планирования или бюджетирования, Oracle Hyperion FM для финансовой консолидации – лишь часть из этого множества.

Существенным является то, что большинство программных продуктов платные или условно бесплатные, а бесплатные решения обладают меньшим функционалом и меньшими возможностями. В связи с этим было принято решение рассмотреть наиболее доступные программные продукты, предоставляющие функционал, достаточный для решения задач бизнеса. Одним из таковых является приложение для работы с электронными таблицами

Microsoft Excel. Программа достаточно легка в освоении и, так как большинство пользователей работают с ОС Windows и, чаще всего, с пакетом Microsoft Office, наиболее распространена.

OLAP-сервер может быть реализован на основе многомерных БД (MOLAP), реляционных БД (ROLAP) или сочетания обеих моделей (HOLAP). [2]

Из-за того, что многомерные базы данных денормализованы и содержат заранее агрегированные показатели, MOLAP обладает высокой производительностью и простотой использования встроенных функций. Но она может хранить примерно в 2,5/100 раз меньший объем исходных данных, и имеет место чувствительность к изменениям в структуре измерений, влекущая полное изменение структуры БД.

ROLAP позволяют работать с существующими реляционными БД, более экономично используют ресурсы ресурсов и являются более гибкими при добавлении новых измерений, чем многомерные БД. В то же время реляционные БД не такие производительные, как многомерные.

HOLAP используют гибридную архитектуру, применяя подход ROLAP для разреженных областей многомерного пространства и подход MOLAP для плотных областей.

В данной статье используется ROLAP, так как она достаточно гибкая, чтобы предусмотреть и автоматизировать разные виды интеллектуального анализа, присущие OLAP.

Для бизнеса актуален маркетинговый анализ. С его помощью можно выявлять возможные тенденции и риски, а также прогнозировать варианты событий. Сбор данных для такого анализа не вызывает затруднений, поскольку источников данных много и они находятся в свободном доступе.

В данном примере использовался набор данных, соотносящий желание пользователя интернет-магазина совершить покупку и его характеристики. Для анализа данных использовались сводные таблицы и графики для визуализации результатов.

Был сделан анализ посещений сайта в зависимости от месяца и категорий посетителей по возрастам. Видно, что чаще всего заходили пользователи категории «Пенсионеры». При выполнении среза выяснилось, что пользователи данной категории больше всего заходили на сайт в мае и ноябре. Такие показатели могут быть связаны с подготовкой к дачному сезону в мае и празднованию новогодних праздников в ноябре.

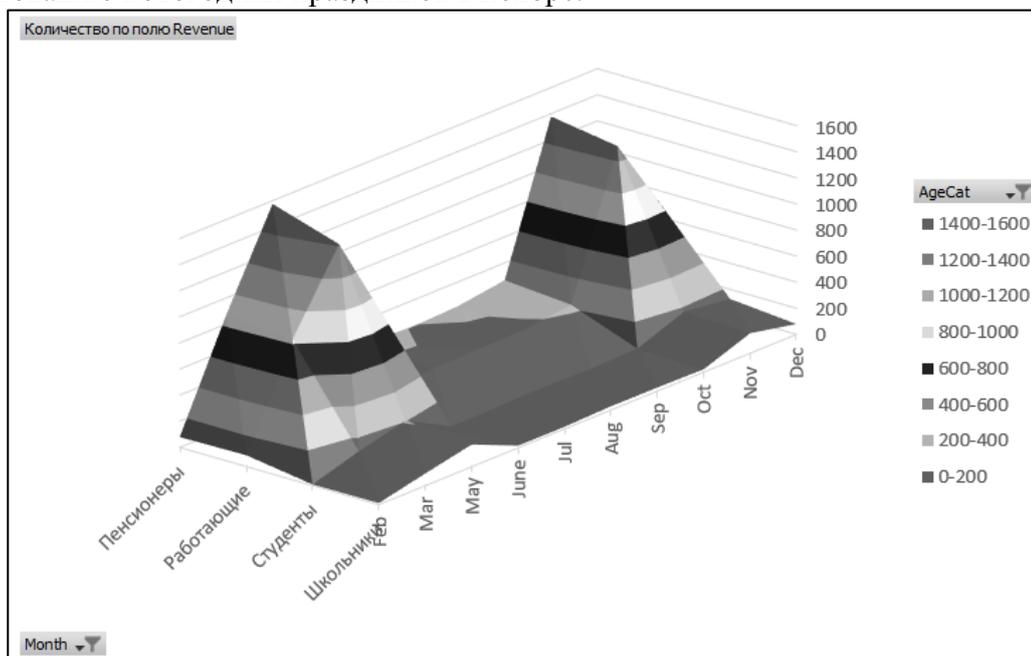


Рисунок 1. Количество посещений сайта

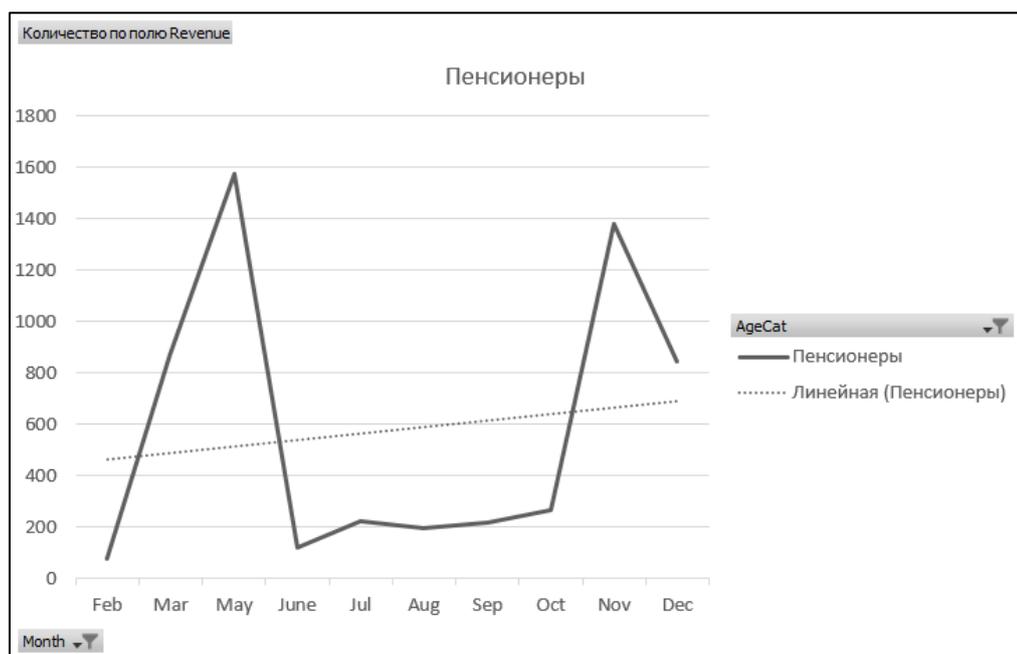


Рисунок 2. Количество посещений сайта пенсионерами

Литература и источники

1. И. Ю. Каширин, С. Ю. Семченков. Интерактивная аналитическая обработка данных в современных OLAP-системах, 2009. С. 14
2. Барсегян А. А., Куприянов М. С. Степаненко В. В., Холод И. И. технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP СПб. : БХВ-Петербург, 2007. С. 66
3. Ю. Кудрявцев. OLAP-технологии: обзор решаемых задач и исследований, 2008. 5 с.
4. Кожевникова Г. П., Одинцов Б. Е. Информационные системы и технологии в маркетинге: учебное пособие для вузов / Г. П. Кожевникова, Б. Е. Одинцов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. 444 с.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Степанов Ю. А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.55

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛОЯЛЬНОСТИ

Паксеев П.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Программы лояльности - одна из наиболее актуальных областей персонализации контента. Программа лояльности не только помогает людям экономить на покупках, в большей степени внедрение программы лояльности помогает самому бизнесу [6]. С помощью нее можно получать информацию о клиентах и их предпочтениях, что в свою очередь помогает повышать качество обслуживания, эффективно распоряжаться бюджетом компании, а также дает возможность связаться с клиентом и получить от него обратную связь.

В связи с растущими потребностями рынка, к реализации программы лояльности применимы следующие требования [4]:

- Модульная организация систем, позволяющая делать в них быстрые и недорогие изменения
- Развитая аналитика, позволяющая использовать при принятии решений весь объем данных о клиенте и его поведении

- Учет обратной связи от клиентов и использование полученных данных для оптимизации бизнес процессов обслуживания
- Использование всех современных каналов коммуникации с клиентами

Таким образом, цель данной работы - создание мобильного приложения системы лояльности, разработка открытого API для интеграции с системой.

Основными требованиями к ИС:

- Возможность авторизации пользователей
- Возможность создавать акции от имени магазина, снабжать акцию дополнительной информацией: категориями, товарами, хеш-тегами
- Возможность фильтрации акций по магазинам и/или категориям
- Возможность отмечать акции как “понравившиеся”
- Возможность сбора статистики просмотра акций
- Генерация и отображение идентификатора клиента для кассира
- Наличие API для фиксации покупки клиента

Основные функции ИС:

- Функции мобильного приложения - авторизация пользователя, отображение ленты акций, отображение страницы профиля пользователя, возможность отмечать акции как “понравившиеся”, возможность фильтровать акции по категории и/или магазинам, сбор статистики посещения экранов, генерация кода для кассира
- Функции API - авторизация пользователя, выдача информации о доступных акциях и их фильтрация, возможность создать собственный магазин, возможность создавать акции и товары от имени собственного магазина, возможность фиксировать продажу по коду от пользователя.

В качестве средств реализации были выбраны: React-Native [5], TypeScript, Java [1], Spring [7], H2 Database, дополнительные библиотеки для Java и React-Native.

Мобильное приложение было написано на языке Typescript с использованием RxJs в качестве менеджера состояний [3].

React-Native был выбран потому что имеется опыт коммерческой разработки с использованием этой технологии, а также потому что для React-Native уже существует большое количество готовых расширений, ускоряющих разработку и последующую отладку [2].

База данных H2 использует собственный SQL синтаксис и была выбрана из-за хорошей возможности интеграции с Java.

В качестве серверного языка был выбран Java из-за возможности кроссплатформенной разработки, строго типизированного синтаксиса и компилирования в бинарные коды, что в общем обеспечивает большую надежность серверной части по сравнению с динамически типизированными интерпретируемыми языками.



Рисунок 1. Демонстрация списка акций

На рисунке 1 показан экран списка акций. На данный момент уже готово мобильное приложение и серверная часть, ведутся работы по тестированию сервиса, написанию документации и доработка системы сбора аналитики.

Литература и источники

1. Философия Java, Эккель Брюс 4-е издание, полное. 2019 - 1168 с.
 2. Learning React Native, 2nd edition, Bonnie Eisenman 2018 - 292с.
 3. Head First. Паттерны проектирования - Эрик Фримен, Элизабет Робсон, Берт Бейтс, Кэти Сьерра, 2018 - 657 стр.
 4. Системы автоматизации программ лояльности [Электронный ресурс] - URL:https://www.bonusback.ru/assets/files/ISBC-Smart_2_2012_6-10.pdf
 5. Руководство к React-Native [Электронный ресурс] - URL:<https://github.com/facebook/react-native>
 6. Интернет ресурс “Какие бывают программы лояльности” [Электронный ресурс] - URL:<https://www.carrotquest.io/blog/programma-loyalnosti/>
 7. Интернет ресурс “Spring Guides” [Электронный ресурс] - URL:<https://spring.io/guides>
- Научный руководитель - к.ф.-м.н. Т. С. Рейн, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 533.6.011.6

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВЕРХОВОГО ПРИРОДНОГО ПОЖАРА

Сысолов К.В.

ФГАОУ ВО НИ «Томский политехнический университет»
sysolov96@mail.ru

В работе представлена постановка задачи о возникновении и распространении фронта природного верхового пожара. Исследование проводится с помощью метода математического моделирования. Изучаемый процесс описывается с помощью математической модели, полученной на основе общей математической модели лесных пожаров, предложенной А.М. Гришиным [1]. Математическая постановка задачи представляет собой систему дифференциальных уравнений, выражающую законы сохранения массы, импульса и энергии, с соответствующими начальными и граничными условиями. Данная задача решалась численно с помощью метода контрольного объема. В результате численных расчетов получены распределения полей скорости, температуры, концентраций компонентов газовой и конденсированной фаз. Изучено влияние метеоусловий и других факторов на скорость распространения верхового природного пожара.

1. Математическая постановка задачи

Для описания процессов тепло- и массопереноса в пологом лесу используются уравнения Рейнольдса для пористой реагирующей среды. Сформулированная выше задача сводится к решению системы нестационарных дифференциальных уравнений в частных производных, каждое из которых может быть записано в следующем виде:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \Phi - \Gamma_\Phi \frac{\partial \Phi}{\partial x_i}) = S_\Phi \quad (5)$$

Здесь Φ – зависимая переменная, t – время; x_i – пространственная координата ($i = 1, 2, 3$); ρ – плотность газовой смеси; u_i – компонента скорости в направлении x_i , Γ_Φ – коэффициент диффузионного обмена, S_Φ – источниковый член. Плотность газа рассчитывается из уравнения состояния идеального газа для смеси газов: $p = \rho RT \sum_{\alpha=1}^3 \frac{c_\alpha}{M_\alpha}$, где p – давление газа; T, T_s – абсолютная температура газа и конденсированной фазы; R – универсальная газовая постоянная; c_α – является массовой концентрация α – компоненты газовой смеси; индекс ($\alpha = 1, 2, 3$, где 1 соответствует кислороду, 2 – горючим продуктам пиролиза, 3 – инертным компонентам газовой фазы); M_α – молекулярная масса; α – компонента газовой фазы. Зависимые переменные, коэффициенты переноса и источниковые члены, входящие в уравнение (1), представлены в Таблице (1).

Таблица 1
Зависимые переменные и коэффициенты, исходные члены в уравнении (1)

	Φ	Γ_Φ	S_Φ
масса	1	0	m
X_i – импульс	u_i	$\mu + \mu_t$	$-\frac{\partial p}{\partial x_i} + \rho g_i - \frac{1}{8} A_s C_d \rho u_i u $
энтальпия	h	$\frac{\mu}{Pr} + \frac{\mu_t}{Pr_t}$	$m_5 q_5 - A_s h_s (T - T_s) + 4 \varepsilon_1 \sigma (T_3^4 - T^4)$
Массовая концентрация α - компонента	C_α	$\frac{\mu}{Sc} + \frac{\mu_t}{Sc_t}$	$R_{5\alpha}$
Турбулентная кинетическая энергия	k	$\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}$	$\rho (P_k + W_k + \varepsilon)$
Скорость диссипации турбулентной кинетической энергии	ε	$\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_t}$	$\rho \frac{\varepsilon}{k} (C_{\varepsilon 1} P_k - C_{\varepsilon 2} \varepsilon + C_{\varepsilon 3} W_k - R_{RNG})$

Уравнения, описывающие скорости пиролиза, испарения влаги, горения конденсированных продуктов пиролиза имеют следующий вид:

$$\rho_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} = -R_1, \rho_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial t} = -R_2, \rho_3 \frac{\partial \varphi_3}{\partial t} = \alpha_c R_3 - \frac{\gamma R_3}{\gamma_c}, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^4 \rho_i C_{pi} \varphi_i \frac{\partial T_s}{\partial t} = -q_1 R_1 - q_2 R_2 + q_3 R_3 + 4\varepsilon_2 \sigma (T_3^4 - T_s^4) + A_s h_s (T - T_s) \quad (3)$$

Здесь $R_1, R_2, R_3, R_{5\alpha}$ – массовые скорости пиролиза лесных горючих материалов, испарения влаги, горения конденсированных и летучих продуктов пиролиза и образования α – компонентов газодисперсной фазы; $c_{pi}, \rho_i, \varphi_i$ – удельные теплоемкости, истинные плотности и объемные доли i -ой фазы (1 – сухое органическое вещество, 2 – вода, 3 – конденсированные продукты пиролиза; c_p – плотность и теплоемкость газовой фазы).

Для экономии вычислительных ресурсов, без потери общности, рассмотрим данную задачу в двухмерной системе координат (x_1, x_3 -горизонтальная и вертикальная координаты). При решении представленной системы уравнений следует учитывать следующие начальные и граничные условия:

$$t=0: T=T_e; T_s = T_e; C_\alpha = C_{\alpha e}; \varphi_\alpha = \varphi_{\alpha e}; \quad (4)$$

$$x_1=0: u_1=u(x_3), u_3=0, T=T_e, C_\alpha = C_{\alpha e}; \quad (5)$$

$$x_1 = l; \frac{\partial u_i}{\partial x_1} = 0; \frac{\partial T}{\partial x_1} = 0; \frac{\partial C_\alpha}{\partial x_1} = 0; \quad (6)$$

$$x_3 = 0: u_1=0, u_3=0, T=T_e, C_\alpha = C_{\alpha e}; \quad (7)$$

$$x_3 = h; \frac{\partial T}{\partial x_3} = 0; \frac{\partial C_\alpha}{\partial x_3} = 0; \frac{\partial u_i}{\partial x_3} = 0; \quad (8)$$

Величина температуры в очаге зажигания изменяется в зависимости от времени:

$$T = T_s = \begin{cases} T_e + \frac{t}{t_0} (T_0 + T_e), t \leq t_0 \\ T_e + \left(T_0 - T_e \exp \left[-k \left(\frac{t}{t_0} - 1 \right) \right] \right), t > t_0 \end{cases} \quad (9)$$

2. Результаты численных расчетов и их анализ

Для получения дискретного аналога системы уравнений (1)-(8) использовался метод конечных объемов [2]. Полученная система алгебраических уравнений решалась итерационно методом SIP. В результате численных расчетов получены распределения полей скорости, температур, концентраций компонентов газовой и конденсированной фаз и остальных искомых функций в расчетной области в различные моменты времени. С помощью полученных результатов можно представить процесс возникновения и развития верхового лесного пожара. По перемещению изотерм фронта лесного пожара с течением времени определялась скорость его распространения. Например, изучалось влияние запаса лесных горючих материалов (ЛГМ) на скорость распространения верхового лесного пожара при различных скоростях ветра. Из таблицы 2 видно, что с увеличением скорости ветра возрастает скорость распространения фронта верхового пожара за счет интенсификации конвективного переноса тепла. В то же время, при увеличении запаса ЛГМ в лесном массиве, скорость распространения лесного пожара уменьшается.

Данная математическая модель может быть использована для прогнозирования скорости распространения фронта лесного пожара в зависимости от различных параметров, а также определения динамики воздействия фронта пожара на приземный слой атмосферы (выброс продуктов пиролиза и горения и тепловое воздействие).

Таблица 2

Зависимость скорости распространения верхового пожара от запаса ЛГМ и скорости ветра

Запас ЛГМ, кг/м ³ / скорость ветра, м/с	0.2	0.3	0.4	0.6
--	-----	-----	-----	-----

5	3.5	2.	1.5	1.25
7	4.5	3.5	3.25	3.0
9	5.0	4.5	4.0	3.5
12	7.0	6.0	5.5	4.5

Литература и источники

1. Grishin A.M. Mathematical modeling of forest fires and new methods of fighting them. -1997. - (Ed. FA Albin) (Tomsk State University Publishing: Tomsk, Russia).
2. Патанкар С.В. Численные метода решения задач теплообмена и динамики жидкости. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152 с.
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор В.А. Перминов, ФГАОУ ВПО «Томский политехнический университет»

УДК 621.22: 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Цой А.И., Величкович И.Б., Сун Шичэнь

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
mbb@tpu.ru

Исследование вибрационных процессов, возникающих при работе технических систем различного назначения производится по двум основным направлениям – на реальных объектах и в процессе моделирования, либо математическом, либо физическом. Физическое моделирование производится на основе применения испытательных стендов, имитирующих работу реальных систем. Работа посвящена обзору результатов исследования информационно-измерительных систем, построенных на базе испытательного вибрационного стенда и мобильного диагностического комплекса «Виброрегистратор» в Томском политехническом университете. Испытательный стенд построен на базе гидравлического привода, эксцентриковых механизмов и нескольких исполнительных механизмов для изучения вопросов возбуждения и гашения виброударной нагрузки.

Изучение виброударных процессов, возникающих при работе технических систем или специально реализуемых для выполнения технологических процессов, позволяет, например, повысить надежность одних машин [1–3] и производительность других [4–5].

Существует два основных направлений исследования параметров вибрации:

- на реальных объектах, находящихся в эксплуатации с целью диагностирования их состояния (вибродиагностика) [4];
- при проектировании и создании новой технической системы – математическое [7] и физическое моделирование.

Все направления активно развиваются, но физическое моделирование представляет особенный интерес, т. к. позволяет привлечь к созданию испытательных стендов с последующим исследованием обучающихся.

Цель работы – демонстрация результатов применения испытательных стендов при формировании и исследовании вибрационных процессов, работы технических систем и др.

Блок-схема испытательного стенда приведена на рисунке 1.

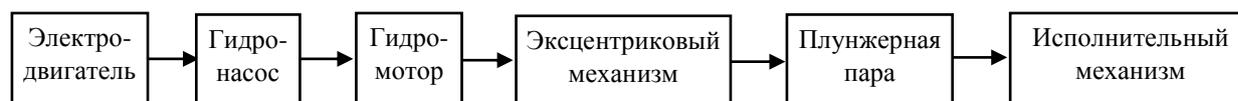


Рисунок 1. Блок-схема испытательного стенда

Гидравлическая часть испытательного стенда имеет типовое исполнение. Регулируемый гидравлический насос преобразует механическую энергию вращения вала электродвигателя в энергию жидкости, которая из бака подается в гидромотор.

Вал гидромотора приводит во вращение эксцентрик 1 (рис. 1). В результате плунжер 2 совершает возвратно-поступательные движения:

$$x_{\text{п}} = X \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) = X \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot n_{\text{г}}}{30} t + \varphi_0\right).$$

где $n_{\text{г}}$ – частота вращения вала гидромотора; X – эксцентриситет эксцентрикового механизма; φ_0 – начальная фаза.

Таким образом в упругие оболочки (рукава высокого давления) исполнительных механизмов из цилиндра 3 через магистраль 4 подается переменный поток жидкости:

$$W_{\text{п}} = F_{\text{п}} \cdot x_{\text{п}} = 0,25 \cdot \pi d^2 \cdot x_{\text{п}}$$

где d , $F_{\text{п}}$ – диаметр и площадь плунжера.

Эксцентриковый механизм и плунжерная пара позволяют сформировать определенный закон вибрационного (рис. 3, а) либо виброударного процесса исполнительных механизмов (рис. 3, б).

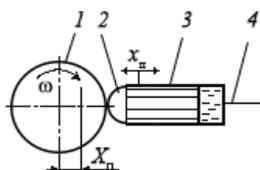


Рисунок 2. Эксцентрик с плунжерной парой

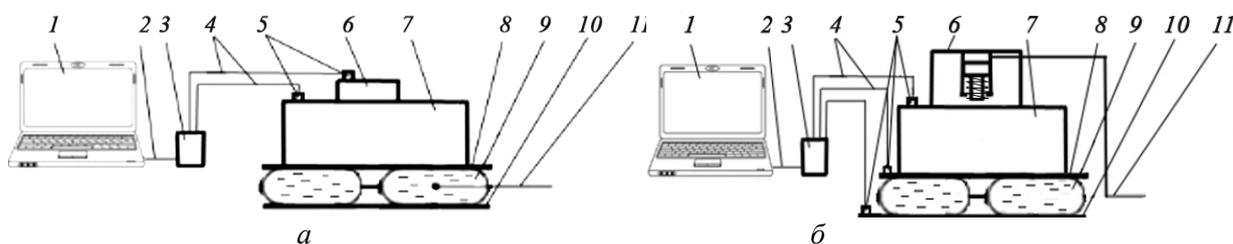


Рисунок 3. Исполнительный механизм (6–10) с мобильным диагностическим комплексом (1–5):

а – схема I (для проведения испытания на виброактивность объекта б);

б – схема II (для моделирования работы систем ударного действия ударным механизмом б)

1 – ноутбук; 2, 4 – информационные каналы; 3 – вибромодуль с функцией АЦП; 5 – пьезоэлектрические датчики (акселерометры); 7 – груз, формирующий прижим исполнительного механизма; 8 – опорная плита; 9 – рукава высокого давления (РВД); 10 – основание; 11 – магистраль подачи переменного потока жидкости (4 на рис. 2)

В первой схеме испытательного стенда (рис. 3, а) вибрация от РВД передается через груз 7 на объект б. Информация о вибрации с груза 7 и объекта б регистрируется датчиками 5 и передается через вибромодуль 3 на ноутбук 1. Посредством регулирования величины подачи насоса меняется частота возбуждения РВД 9, груза 7 и объекта б.

Таким образом, при наличии резонанса в системе можно определить собственную частоту объекта б. В противном случае делается вывод о нахождении значения собственной частоты объекта в зоне вне зоны работы стенда:

$$\omega_{\text{min}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{гmin}}}{30} \text{ и } \omega_{\text{max}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{гmax}}}{30}.$$

Во второй схеме (рис. 3, б) – рабочая жидкость подается в ударный механизм б. Ударное воздействие от механизма б передается через груз 7 на основание 10 через РВД 9, которые выполняют роль демпфера. Регулированием давления в РВД 9 производится настройка жесткости демпфера. Датчиками 5 регистрируется первоначальная величина нагрузки на грузе 7 и величина нагрузки после демпфирования на основании 10.

Таким образом, можно подобрать параметры проектируемого демпфирующего устройства для технических систем ударного действия с целью уменьшения вредного воздействия на оператора системы.

Анализируя две схемы (рис. 3), можно сделать выводы о наличии информационно-измерительной системы – «стенд-мобильный диагностический комплекс», позволяющей решать, в данном случае, следующие практические задачи:

- определить собственную частоту объекта;
- определить основные параметры демпфирующего устройства.

В обоих случаях применяется мобильный диагностический комплекс «Виброрегистратор», позволяющий получить виброграммы (рис. 4, а и в) и спектрограммы процессов (рис. 4, б и г).

На рисунке 4 а, б приведен фрагмент испытаний на испытательном стенде, построенном согласно первой схеме (рис. 3, а), на рисунке 4 в, г – согласно второй (рис. 3, б).

Анализ приведенной картины (рис. 4, а и б) позволяет определить собственную частоту исследуемого объекта.

Сравнительный анализ виброграмм с датчиков 5 «до» и «после» РВД (рис. 3, а) поможет определить основные параметры демпфирующего устройства.

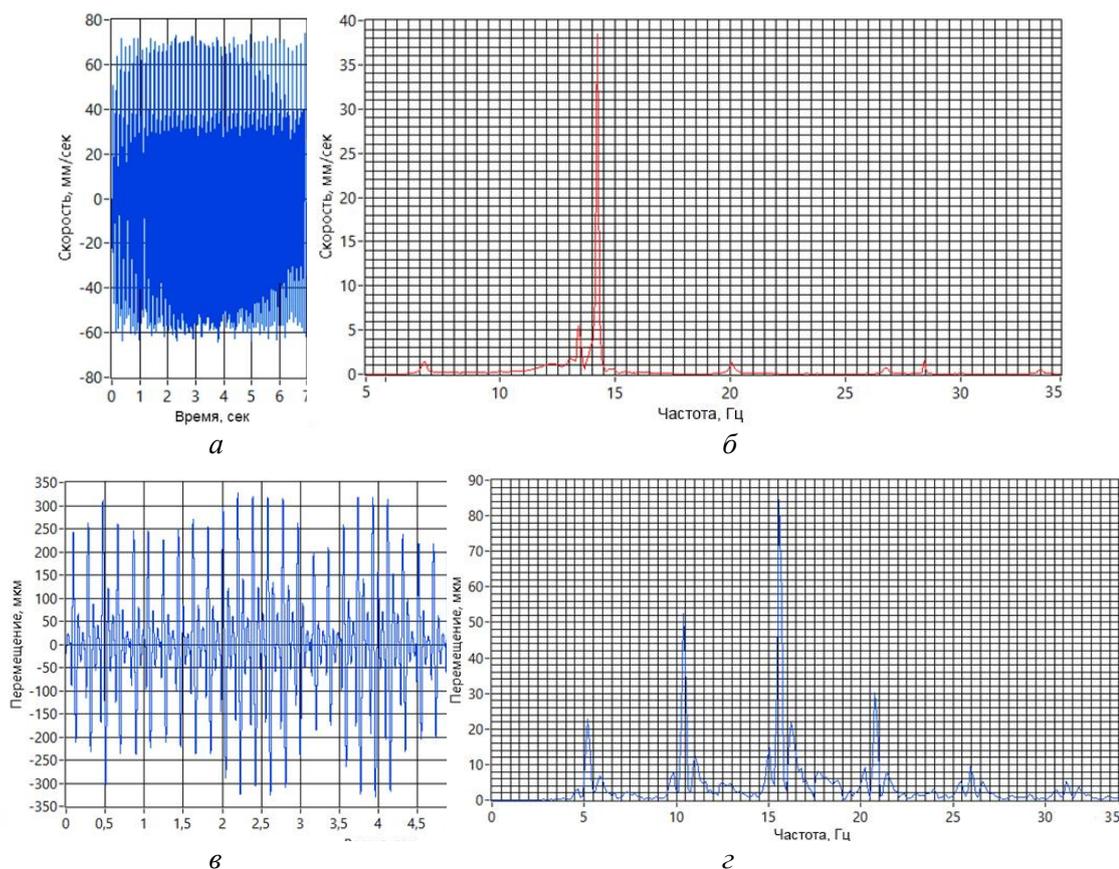


Рисунок 4. Результаты исследований на испытательном стенде:
а, б – схема I; в, г – схема II

Литература и источники

1. Nizhegorodov A.I., Gavrilin A.N., Moyzes B.B., Cherkasov A.I., Zharkevich O.M., Zhetessova G.S., Savelyeva N.A. Radial-piston pump for drive of test machines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – 289(1) 012014. DOI:10.1088/1757-899X/289/1/012014
2. Пат. 2171479 Российская Федерация, МПК7 G 01 V 1/147, G 01 V 1/133. Виброимпульсный источник сейсмических сигналов / Крауиньш П.Я., Иоппа А.В., Смайлов С.А., Мойзес Б.Б.; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. – № 2000102751/28; заявл. 03.02.2000; опубл. 27.07.2001, Бюл. № 21. – 4 с.: ил.
3. Кувшинов К.А., Мойзес Б.Б., Крауиньш П.Я. Импульсно-вибрационный источник сейсмических сигналов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 77-81.
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., Рожков П.С., Ангаткина О.О., Мойзес Б.Б. Динамический виброгаситель с системой автоматической настройки на частоту колебаний // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – № 2. – С. 26-29.
6. Пат. 2298122 Российская Федерация, МПК7 F 16 F 15/023. Гидропневматический амортизатор / Крауиньш П.Я., Смайлов С.А., Мойзес Б.Б., Воронько И.В., Супрунов А.Ю., Кувшинов К.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Томский политехнический университет. – № 2005137254/11; заявл. 30.11.05; опубл. 27.04.2007, Бюл. №12. – 5 с.: ил.
7. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Фасхутдинов Р.М. Моделирование процессов в технологической системе при токарной обработке // Главный механик. – 2019. – № 4. – С. 46-50.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мойзес Б.Б., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

УДК 621.315:621.3.011.4:621.317.335.2

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЕМКОСТИ ПРОВОДА

Чеснокова А.К.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
akc2@tpu.ru

Работа посвящена повышению точности измерителя емкости САР-10, используемого для технологического контроля емкости электрического провода. В процессе исследования был проведен эксперимент по оценки влияния изменения электропроводности воды на значения электрической емкости провода. Изменение электропроводности воды осуществлялось за счет растворения соли NaCl в водопроводной воде. В качестве информативного параметра о значении электропроводности воды использовался ток генератора, входящего в состав измерителя емкости САР-10. Повышение точности прибора САР-10 реализовывалось путем проведения отстройки, которая осуществлялась путем подбора коэффициентов для функции преобразования измеренного значения тока в значение емкости провода с учетом влияния электропроводности воды. Уравнение преобразования описывалось линейной зависимостью, коэффициенты которой были получены с помощью регрессионного анализа. В работе показано, что степень полинома, описывающего коэффициенты для функции преобразования, оказывают влияния на точность значения емкости провода. В результате предложена функция преобразования, позволяющая повысить точность измерения емкости с помощью прибора САР-10, а также показана

возможность дополнительного повышения точности измерения емкости за счет подбора коэффициентов для функции преобразования индивидуально для конкретного провода.

Технологический контроль емкости электрического провода позволяет повысить его качество. Контроль емкости осуществляется на этапе формирования изоляции провода (на экструзионной линии) приборами специально для этого предназначенными [1].

Для проведения исследования использовался измеритель емкости САР-10, в состав которого входит электроемкостной измерительный преобразователь (ЭЕИП) [2,3]. При технологическом контроле контролируемый провод непрерывно движется внутри ЭЕИП, погруженного в воду охлаждающей ванны. В измерителе емкости САР-10 реализован метод, позволяющий отстроиться от влияния электропроводности воды охлаждающей ванны на значение емкости провода.

Цель данной работы состоит в подборе коэффициентов для функции преобразования, позволяющей реализовать отстройку от влияния электропроводности воды на значение емкости провода.

Коэффициенты подбирались экспериментальным путем. Изменение электропроводности воды производилось за счет растворения поваренной соли NaCl в обычной водопроводной воде, чем обеспечивалось изменение весовой концентрации соли λ в диапазоне (0...4) г/л [2]. В качестве образцов использовались отрезки электрических проводов с известными действительными значениями емкости C_n .

На рисунке 1 приведены полученные в результате эксперимента годографы относительного значения тока I_x от изменения погонной емкости провода C_n , пФ/м и весовой концентрации соли λ , г/л.

Экспериментальным путем выявлено, ток генератора I_G зависит от электропроводности воды, поэтому в функции преобразования ток генератора используется в качестве информативного параметра о значении электропроводности воды. В источнике [2] показано, что уравнение преобразования амплитуды тока I_x в значение емкости контролируемого провода можно описать линейной зависимостью вида:

$$C_n = C(I_G) + k(I_G) \cdot I_x, \quad (1)$$

где $C(I_G)$ и $k(I_G)$ – постоянная составляющая и коэффициент пропорциональности, являющиеся функциями от значения тока генератора I_G .

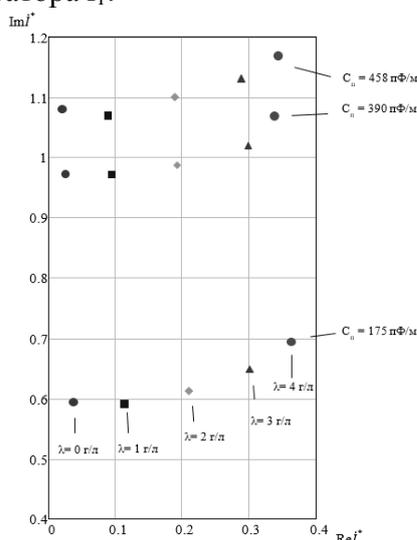


Рисунок 1. Годографы сигнала электроемкостного преобразователя от изменения емкости провода C_n и весовой концентрации соли λ

В результате экспериментальных исследований получено, что для достижения требуемой точности функции $C(I_G)$ и $k(I_G)$ можно описать полиномами второго или третьего порядка.

Коэффициенты полиномов получены с помощью полиномиального регрессионного анализа [4].

Комбинация различных полиномов для описания коэффициентов $C(I_T)$ и $k(I_T)$ дает 4 варианта функции преобразования амплитуды тока I_x в значение емкости C_{II} . Точность преобразования оценивалась по значению погрешности относительно действительного значения емкости образца провода.

Графики зависимости погрешности от концентрации соли в воде для различных вариантов функций преобразований представлены на рисунке 2.

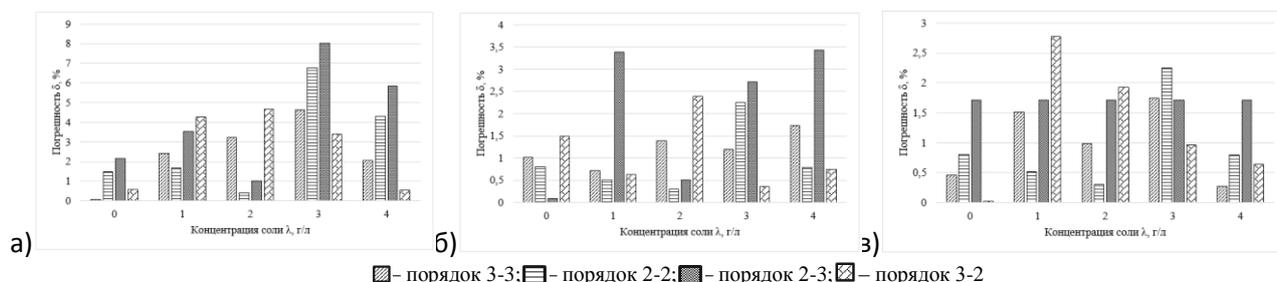


Рисунок 2. Графики зависимостей погрешностей δ от концентрации соли λ при значении емкости C_{II} а) при 175 пФ/м, б) при 390 пФ/м, в) при 458 пФ/м от концентрации соли λ

На основе анализа для описания коэффициентов $C(I_T)$ и $k(I_T)$ выбраны полиномы третьего порядка. В этом случае функция преобразования (1) примет вид:

$$C_{II} = (-3,409) \cdot I_T^3 + 18,717 \cdot I_T^2 + (-41,229) \cdot I_T + (-151,472) + (1,778 \cdot I_T^3 + (-12,328) \cdot I_T^2 + 32,297 \cdot I_T + 564,26) \cdot I_x, \quad (2)$$

Использование функции (2) позволяет достичь точности до 5%. Дальнейшее повышение точности можно достичь, если расчет коэффициентов для функции преобразования (1) проводить для каждого образца провода отдельно. В этом случае функция преобразования примет вид:

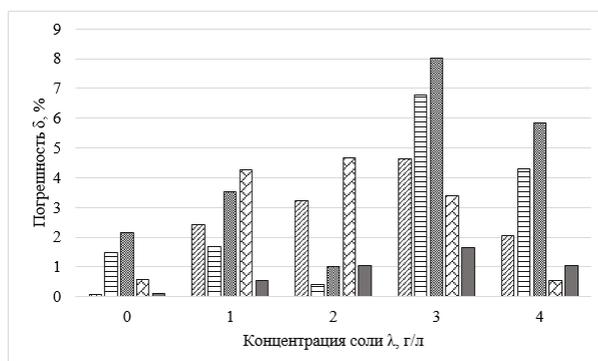
$$C_{II} = k(I_T) \cdot I_x, \quad (3)$$

где $k(I_T)$ – коэффициент пропорциональности, являющиеся функциями от влияния электропроводности воды.

Функция $k(I_T)$ может быть описана полиномом второго или третьего порядка, коэффициенты которого подбираются путем полиномиального регрессионного анализа. Для образца провода 1 функция преобразования примет вид:

$$C_{II} = ((-0,552) \cdot I_T^3 + 0,407 \cdot I_T^2 + (-1,47) \cdot I_T + 295,253) \cdot I_x, \quad (4)$$

На рисунке 3 показаны значения погрешностей при использовании функции преобразования, полученные по набору образцов проводов (2) и различные варианты при использовании функции преобразования, полученной индивидуально для провода 1 (4).



■- порядок 3-3; ▨- порядок 2-2; ■- порядок 2-3; ▩- порядок 3-2; ■- индивидуальная настройка

Рисунок 3. График зависимостей погрешностей δ от концентрации соли λ при значении емкости $C_{\pi} = 175$ пФ/м

Подобная настройка (применения индивидуальной функции преобразования) позволяет уменьшить погрешность до 1,5 %.

Стоит отметить, что при введении в эксплуатацию САР-10 необходимо проводить общую настройку прибора (расчет функции преобразования) по набору образцов проводов, чтобы обеспечить его работу в требуемом диапазоне изменения емкости провода. Индивидуальная настройка для конкретного провода возможна в процессе эксплуатации прибора САР-10 для повышения точности измерения.

С помощью полиномиального регрессионного анализа получены различные варианты функции преобразования тока I_x в значение емкости провода. По значению погрешности, рассчитанного на основе значения емкости провода относительно действительного значения емкости, выбрана функция преобразования. Также получена индивидуальная функция преобразования для конкретного образца провода. Подбор коэффициентов для функции преобразования позволяет повысить точность измерения емкости до 5 % при настройке прибора САР-10 по набору проводов и до 1,5 % при проведении индивидуальной настройки.

Литература и источники

1. Основы кабельной техники: учебник для студ. высш. учеб. заведения / В.М. Леонов, И.Б. Пешков, И.Б. Рязанов, С.Д. Холодный, под ред. И.Б. Пешкова – М.: Издательский центр «Академия», 2006 – 432 с.
2. Чеснокова А. К., Вавилова Г. В., Белик М. Н. Повышение точности измерения емкости в условиях изменения электропроводности воды // Информационные технологии (ИТ) в контроле, управлении качеством и безопасности, сб. научных трудов VIII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых "Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее", 7 -12 октября 2019 г., г. Томск – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – С. 334-338.
3. Вавилова Г.В., Гольдштейн А.Е. Прибор для технологического контроля погонной ёмкости электрического провода // Измерительная техника. – 2018. – № 3. – С. 46-50.
4. Вавилова Г.В. Математическая обработка результатов измерения: учебное пособие / Г.В. Вавилова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 167 с.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Вавилова Г.В., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

УДК 369.032

ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НИЗКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Юдин Л.Е.

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

Необходимость работы в направлении построения электронного государства обусловлена цифровизацией экономики и общественных отношений. Электронное государство из модного тренда трансформировалось в необходимость, обусловленную повышенными ожиданиями к высокой эффективности государственного управления. В данной статье рассмотрены проблемы государственного управления и ее решение – электронное государство как управленческая структура. Тема электронного государства активно развивается и прирастает как практиками органов государственной власти по

всему миру, так и научными исследованиями в области современных информационных технологий. Не оптимистично и отсутствие многовекторности целей и направленностей деятельности существующих электронных государств – каждое государство ставит перед собой одностороннюю цель и движется к достижению только ее (например, ориентированность только на оказание госуслуг, или внедрение некоторых элементов только для совместного управления государством с гражданами и т.д.).

Построение ядра государственного управления на основе информационных технологий и информации привнесет в госуправление не только бюрократический, но и математический рационализм. Создание нормативно-правовых актов, противоречащих, вступающих в конфликт или порождающие двойные трактовки с существующими актами, уже существующие полномочия должны быть ограничены самой системой электронного государственного управления. Бюрократические процессы, как бизнес-процессы, можно представлять в виде графа, со множеством связей, содержащих информацию и ведущих к иным процессам (рис. 1). Такой подход подразумевает тесную интеграцию всех структур по функциональному признаку, то есть стирает в данном случае границы между ними, а также определяет и кратчайший путь для совершения тех или иных бюрократических операций (на основе количества связей и издержек, связанных с движением через них), тем самым уравнивая разбалансированную систему идеальной бюрократии Вебера. В то же время все эти процессы в электронном государстве прозрачны настолько, насколько это соответствует требованиям национальной безопасности, что, с одной стороны, поможет бороться с такими явлениями как коррупция, взяточничество и своячество, а с другой – не будет создавать риски, связанные с информационной безопасностью.

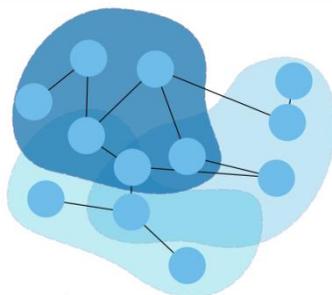


Рисунок 1. Графовый подход к бюрократическим процессам

Проблема неэффективности и дифференцированности управленческой структуры создает дополнительные издержки всем участникам системы. Каждое отдельное ведомство, оперируя своими бюджетами на информатизацию, автоматизируют свои процессы, сохраняя их архаичность, и нацелены на использование данных только в своей сфере, что приводит к несопоставимости данных разных информационных систем. Ее можно решить путем создания единого стандарта иерархии власти, где все горизонтальные уровни будут одинаковы. В таком случае, их деятельность будет лучше поддаваться контролю, а создание горизонтальных связей с целью избегания эффекта «бюрократического колодца» станет более рациональным.

Необходимо не только организовать «поиск» структуры-единомышленника, которая преследует достижение той же или косвенной цели, работы непосредственно с ней или ее частью, но и минимизировать те транзакционные издержки, которые могут быть понесены в результате создания горизонтальных связей: потеря принципа единоначалия, снижение эффективности в основной функциональной деятельности субъекта и иных. И здесь электронное государство создает набор таких четко определенных правил, по которым такого рода иерархия и строится. [1]

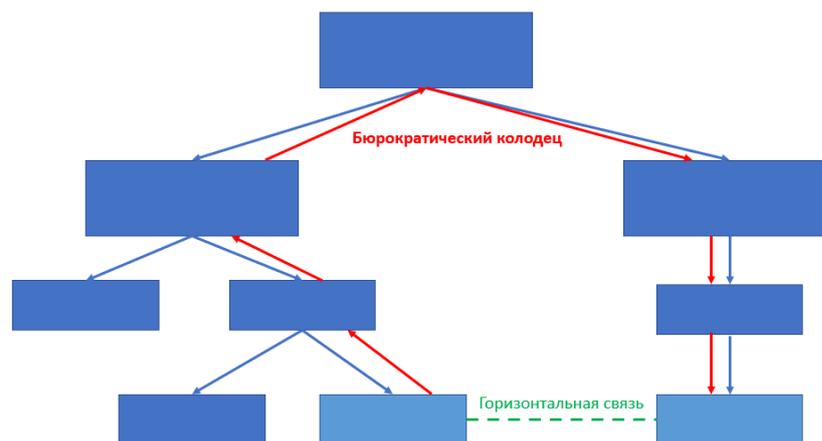


Рисунок 2. Горизонтальная связь и бюрократический «колодец»

Исходя из низкой квалификации государственных служащих, отягощенной и нерациональной управленческой структурой, эффективность государственного управления теряется и компенсируется искусственным увеличением госаппарата. При постоянном уровне населения (даже без учета выброса в виде присоединения в 2014 г. Республики Крым в Российскую Федерацию) мы наблюдаем рост государственных служащих на десяток тысяч граждан. Таким образом, малые проблемы решаются большими силами. [2]

Современный государственный служащий – это исполнитель, которому необходимо не только быть специалистом в сфере государственного управления, но и обладать навыками использования информационных технологий, которые повышают его эффективность. Вследствие этого появятся возможности сокращения количества государственных служащих, повышения уровня их заработных плат и преодоления проблемы неукomплектованности должностей.

Решение всех перечисленных проблем – переход к электронному государству. Однако, несмотря на данные вызовы, спорным является вопрос о готовности общества к такой модернизации, поскольку кроме моральных предпосылок существует еще и технологические.

В результате исследования Digital McKinsey были получены статистические данные о готовности Российской Федерации и стран Европейского союза к переходу к электронному государству. Здесь следует обратить внимание на то, что несмотря на дешевизну тарифов и высокую скорость Интернет в сравнении с другими странами, у нас есть существенная проблема с обеспеченностью ИКТ-инфраструктурой в регионах. Средняя скорость соединения в Москве и Санкт-Петербурге значительно выше, а тарифы для населения доступнее, чем в средних и малых городах. Например, средняя скорость широкополосного соединения в Москве почти в четыре раза выше, чем в Хабаровске, при том, что абонентская плата там на 40% выше московской. Очевидно, что в глубинках ситуация с доступом в Интернет и обеспеченностью устройствами для этого куда более плачевная. Обратить внимание здесь следует и на частный сектор. В частности, на то, в какой степени цифровизована экономика. [3] Исходя из этого, Россия нуждается в особом пути перехода к электронному государству, учитывая данную специфику и ряд иных особенностей.

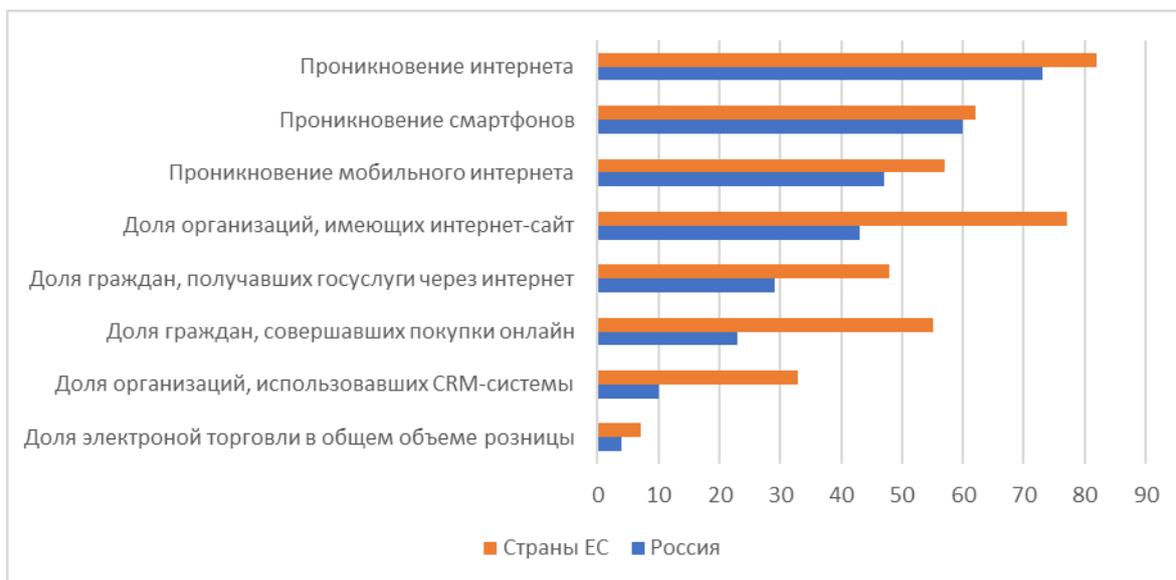


Рисунок 3. Доступ к цифровым сервисам в России и странах ЕС в 2016г [3]

Таким образом, выделяем две группы драйверов перехода государства к электронному. Внешние причины обусловлены непосредственно запросами со стороны общества, то есть государство не должно отставать от уровня его развития. Если экономика подвергается цифровой трансформации, то и перед государством появляются новые вызовы в области развития и использования в своей деятельности информационных технологий. Потребность населения и бизнеса в расширении доступа к информации и государственным структурам объясняется необходимостью оперативно принимать решения в системе постоянно усложняющихся общественных связей. Внутренние причины обуславливаются необходимостью развития самого государства и государственного управления, в частности. В прошлом, подобные проблемы были не так значимы в виду не столь весомых, как сегодня, издержек для граждан, бизнеса и самого государства. Документоцентричная система управления, широкое использование бумажных носителей информации и отсутствия эффективного взаимодействия между властными структурами перестает отвечать современным требованиям. Она требует переосмысления, чтобы в итоге добиться органичной современной цифровизации бюрократических процессов. [4] И именно электронное государство как управленческая структура способно отвечать этим вызовам.

Литература и источники

1. Петров М, Буров В., Шклярчук М. Государство-как-платформа: подход к реализации высокотехнологичной системы государственного управления. С. 6-10 [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvo-kak-platforma-podhod-k-realizatsii-vysokotehnologichnoy-sistemy-gosudarstvennogo-upravleniya/viewer> (дата обращения 01.04.2021)
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 01.04.2021)
3. Аптекман А., Калабин В., Клинецов В. Цифровая Россия: новая реальность. С. 32-37 [Электронный ресурс] – URL: <https://corpshark.ru/wp-content/uploads/2017/07/Digital-Russia-report.pdf> (дата обращения 01.04.2021)
4. НИУ ВШЭ: «Мониторинг издержек взаимодействия государства и бизнеса, граждан при предоставлении комплексных государственных услуг и разработка предложений по их сокращению» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.hse.ru/monitoring/govbus/> (дата обращения 01.04.2021)

Научный руководитель – к.т.н. Бурмин Л.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

УДК 372.851

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА СМЕШИВАНИЕ РАСТВОРОВ

Бабаджанова В.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
nikakem97@gmail.com

Естественнонаучное образование школьников в большей степени связано с мировоззренческими, воспитательными и развивающими задачами общего образования, содержание которых включает основные достижения и ценности отечественной и мировой культуры, которые определяют видение мира человеком, самоопределение и социализацию личности в окружающем мире.

К одним из самых основных задач естественнонаучного образования школьников следует отнести формирование общеучебных, общеинтеллектуальных умений, способности к самостоятельности, самоорганизации, готовности к сотрудничеству, толерантности и т. д. Данные умения носят междисциплинарный, межпредметный характер, и владение ими может быть описано как овладение «ключевыми компетенциями».

Большинство задач курсов, которые реализуются в области естественнонаучного образования школьников, определяются основным мотивом обучающихся - подготовкой к поступлению в вуз для получения высшего образования. Таким образом, можно сделать вывод о том, что, обучение должно быть направлено на удовлетворение интересов и потребностей учащихся. Этим значительно актуализируется проблема реализации межпредметных связей. Ставит вопрос о новых компонентах содержания, которые ориентируются обеспечение условий изучения смежных предметов на более высоком уровне.

Естественнонаучное образование предполагает, что обучающийся при изучении математики должен использовать знания, умения, навыки, полученные при изучении других предметов (например, химии) и, наоборот, при изучении химии – математики. Иначе говоря, обучающийся должен усвоить математический аппарат не только как данность, а как средство для решения химических задач.

Если обучающийся умеет выводить формулы и решать одну и ту же задачу несколькими способами, то он сможет выбрать наиболее рациональный, на его взгляд, способ решения задачи. Формируя навык решения задач, необходимо отказаться от решения однотипных задач одним и тем же способом. В процессе поиска различных способов решения математической задачи у обучающегося развиваются творческие возможности, а также формируется познавательный интерес и метапредметные компетенции, вырабатываются исследовательские навыки.

Рассмотрим более подробно решение расчетных задач химического содержания. Решение задач данного типа представляют преподаватели математики и химии, однако, их решения не всегда совпадают. В результате, обучающиеся усваивают два способа, как решать такие задачи (один для решения задач в курсе математики и второй – в курсе химии), и, зачастую, эти способы существуют независимо друг от друга. Это приводит к тому, что у обучающихся не складывается полная картина того, как правильно решать эти задачи в общем.

Тип задач на смеси и сплавы относят к традиционным арифметическим и алгебраическим задачам, при решении которых учащиеся испытывают затруднения, однако эти же задачи являются типовыми расчетными задачами по химии.

Для того, чтобы обучающиеся смогли увидеть межпредметные связи, почувствовать значимость математических знаний при обучении химии и физике, необходимо, насколько это возможно, использовать единый язык обозначений.

Для этого необходимо вводить курсы внеурочной деятельности, где рассматривались бы способы решения расчетных задач в курсе химии и соотносились с курсом математики. На занятиях таких курсов можно предложить решить химические расчетные задачи на смешение растворов разными способами: с помощью

- расчетной формулы;
- «Правила смешения»;
- «Правила креста»;
- графического и алгебраического методов.

Данные методы подробно описаны в статье Борздун О.В. «Основные методы решения задач на смешивание растворов» [1].

Рассмотрим описание данных методов решения задач при следующих условиях:

- 1) все получившиеся смеси и сплавы являются однородными;
- 2) смешивание различных растворов происходит мгновенно;
- 3) объем смеси равен сумме объемов смешиваемых растворов;
- 4) объемы растворов и массы сплавов не могут быть отрицательными.

Пример 1. Смешали 16 кг 30%-ого раствора соли с 8 кг 18%-ого раствора соли. Сколько процентов составляет концентрация получившегося раствора?

Решение: 1) Путем последовательных вычислений:

1. Сколько растворенного вещества содержится:

а) в 16 кг 30%-ного раствора;

б) в 8 кг 18%-ного раствора?

а) $16 \cdot 0,3 = 4,8$ (кг),

б) $8 \cdot 0,18 = 1,44$ (кг)

2. Сколько растворенного вещества содержится в образовавшемся растворе? $4,8 \text{ кг} + 1,44 \text{ кг} = 6,24 \text{ кг}$

3. Какова масса образовавшегося раствора? $16 \text{ кг} + 8 \text{ кг} = 24 \text{ кг}$

4. Какова процентная концентрация полученного раствора?

$6,24/24 \cdot 100\% = 26\%$

Ответ: 26%

2) Алгебраический:

Пусть x – процентная концентрация полученного раствора. В первом растворе содержится $0,3 \cdot 16$ (кг) соли, а во втором $0,18 \cdot 8$ (кг), а в полученном растворе $x \cdot (16+8)$ (кг) соли. Составим уравнение:

$0,3 \cdot 16 + 0,18 \cdot 8 = x \cdot (16 + 8); x = 0,26$ (26%)

Ответ: 26%

Пример 2. Имеется два сплава с разным содержанием меди: в первом содержится 60%, а во втором — 45% меди. В каком отношении надо взять первый и второй сплавы, чтобы получить из них новый сплав, содержащий 55% меди?

Данную задачу рекомендуем решить с помощью «Правила смешения» и «Правил креста», оформив решения как на уроке химии. (Данные методы и оформление подробно рассмотрены в работе Борздун О.В. «Основные методы решения задач на смешивание растворов»).

Пример 3. [2] Первый сплав содержит 10% меди, второй — 26% меди. Масса второго сплава больше массы первого на 4 кг. Из этих двух сплавов получили третий сплав, содержащий 15% меди. Найдите массу третьего сплава.

Представленную задачу можно решить «С помощью таблицы» и «Методом чаш» или «методом банок». Суть метода заключается в изображении указанных в задаче веществ в виде

условных «банок». После этого схематически изображаются данные в условии сплавы. Выявив, что в «банках», автоматически получаем искомое уравнение.

Рассмотренный метод позволяет решать задачи и на растворы. Решение при этом практически не изменится, поменяются лишь единицы измерения и названия веществ.

В некоторых пособиях по математике встречаются некорректно сформулированные задачи и задачи с непонятно или неверно поставленным вопросом, с точки зрения химии (физики). Чаще всего в таких задачах не указана плотность вещества.

Приведем пример такой задачи:

Задача 2. ([3], стр.218). К 40%-ому раствору соляной кислоты добавили 50 г 100%-ой кислоты, после чего концентрация раствора стала 60%. Найдите первоначальный вес раствора.

Условие данной задачи некорректно, т.к. в природе не существует более 40 % раствора соляной кислоты, а 100% соляная кислота – это газ – хлороводород; в физике понятия веса и массы различны и не равны друг другу по значениям.

Корректное условие задачи: К 20%-ому раствору соляной кислоты добавили 50 г 40%-ой кислоты, после чего концентрация раствора стала 30%. Найдите массу первоначального раствора.

Задача 3. ([3], стр.218). Какое количество воды нужно добавить в 1 литр 9%-ого раствора уксуса, чтобы получить 3%-ый раствор?

Корректное условие задачи: Какой объем воды нужно добавить к 1 литру 9%-ого раствора уксусной кислоты ($\rho_{9\%} = 1.013 \text{ г/см}^3$), чтобы получить 3%-ый раствор? Ответ дайте в литрах.

Таким образом, в данной статье обобщены подходы к решению химических задач. Данные рекомендации предназначены учителям математики, желающим организовать курсы внеурочной деятельности в 8 - 9 классах. Цель создаваемых курсов: научить обучающихся гармонично пользоваться математическим аппаратом при решении задач, с учетом компетенций, получаемых при изучении школьных курсов химии и физики.

Литература и источники

1. Борздун О.В., Основные методы решения задач на смешивание растворов [Электронный ресурс] / сайт .- Электрон. дан.– Режим доступа: <http://xn--i1abbnckbmc19fb.xn--p1ai/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/212299/>
 2. Борздун Л.А., Решение расчетных задач в курсе химии средней школы [Текст]: Учебно-методическое пособие. / Л.А. Борздун, В.Н. Борздун.-Изд. третье, испр. и доп. - Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2010. – 105 с.
 3. Кочагин В.В., ЕГЭ 2010. Математика: репетитор [Текст] / В.В. Кочагин, М.Н. Кочагина.- Москва: ЭКСМО, 2009. – 320 с.
- Научный руководитель - д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н.К., ФГБОУ «Кемеровский государственный университет»*

УДК 372.800.2

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА «НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ПЛАНИМЕТРИИ. ВВЕДЕНИЕ В СТЕРЕОМЕТРИЮ»

Едакина К. П., Еремин М. С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Sweet_angel999@mail.ru, Maksimeremin96@gmail.com

Многие школьники задаются вопросом «зачем вообще нужна геометрия, и как она пригодится в жизни?». На данный вопрос ни каждый преподаватель сходу сможет дать ответ, поэтому целью нашей работы является разработка электронного учебного курса «некоторые сведения из планиметрии введение в стереометрию» после изучения которого обучающиеся

самостоятельно смогут ответить на данный вопрос и узнать, как стереометрические задачи помогают решать проблемы бытового характера.

А также в старшей школе одной из самых распространённых проблем является плохое усвоение материала по стереометрии у учащихся 10-11 классов. Так как за частую материал подается в неинтересной, скучной для школьников форме. Поэтому, есть потребность в разработке электронного учебного курса «некоторые сведения из планиметрии. введение в стереометрию».

Электронный учебный курс (ЭУК) в настоящее время является актуальным направлением в развитии информационных технологий, направленных на помощь учителю и ученику в учебном процессе.

Электронные учебные курсы направлены на активизацию и повышение продуктивности учебно-познавательной деятельности учеников, к которым отнесены: создание мотивации изучения дисциплины, наглядность представления учебной информации, интерактивность, ориентация на самостоятельное освоение, технологическая и содержательная преемственность различных этапов обучения дисциплине, нелинейность структуры учебного материала, комплексное использование средств мультимедиа.

Применение наглядного представления материала в обучении делает подачу учебной информации более интересной и запоминающейся для каждого ученика. Это позволяет улучшить качество обучения, облегчить изучение учебного материала, сделать процесс обучения более привлекательным [2].

Электронный учебный курс предназначен для учителей и обучающихся на занятиях «Геометрия» в 10 – 11 классах, для изучения нового материала и его последующего закрепления.

Возможными сферами его использования могут быть:

- самостоятельная работа студентов (самообразование);
- дистанционное образование;
- дополнительное образование, повышение квалификации, переподготовка.

Для разработки электронного учебного курса «некоторые сведения из планиметрии. введение в стереометрию». была выбрана одна из популярных на сегодняшний день платформа iSpring Suite - пакет инструментов для создания интерактивных курсов.

На основе анализа различных курсов по стереометрии, геометрии и математики, был разработан дизайн курса, который представлен на Рисунке 1.



Рисунок 1. Главная страница курса

Для того чтобы школьники были максимально вовлечены в процесс обучения, а изучаемый материал был занимательным и интересным, было решено внедрить элементы геймификации. Геймифицированный курс – это система учебных материалов по предмету, которая сопровождается элементами игры [3]. В курс было решено встроить мультипликационный сюжет. При нажатии на раздел «Теория», на экране появляется анимация космического корабля и имитация космического пространства, которая подводит пользователя к теме дальнейшего сюжета, на основе которого строится весь курс. Для начала мультипликационного сюжета необходимо нажать на кнопку «Поехали» как представлено на рисунке 2.

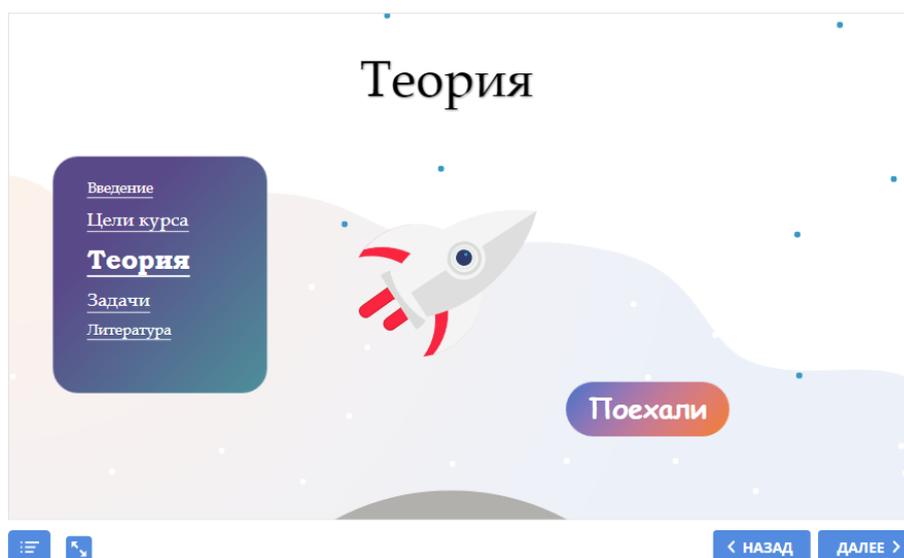


Рисунок 2. Раздел теории

После просмотра мультипликационного сюжета, обучающиеся понимают, что главного героя зовут Андрей, и он остался совершенно один на другой планете. Его цель построить космический корабль и попасть обратно на Землю, но для достижения этой цели, ему нужны знания по стереометрии, так как в школе он практически не изучал этот предмет, ему предстоит вместе с обучающимися начать изучать все с самого начала (Рисунок 3).

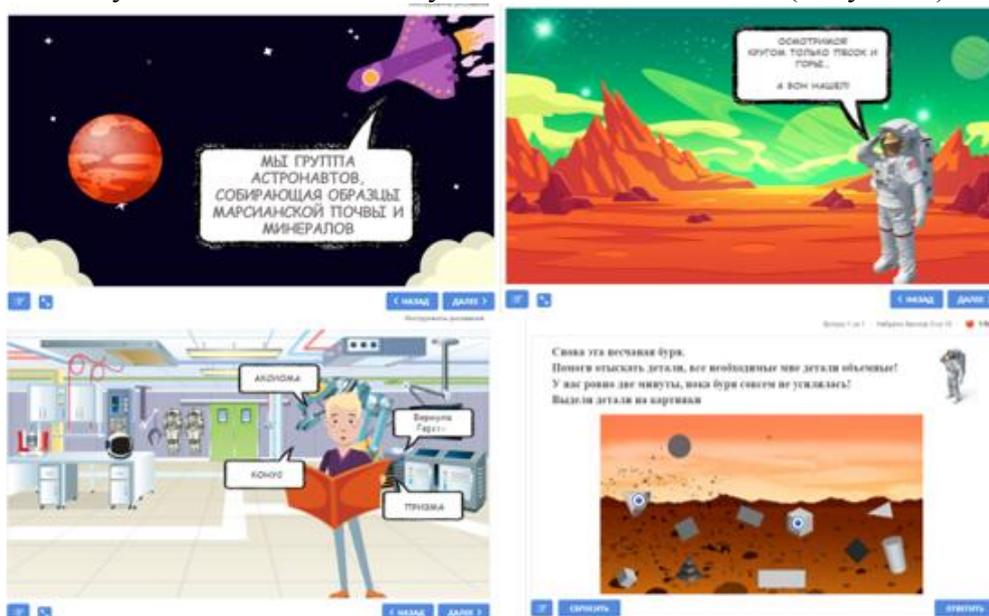


Рисунок 3. Сюжет курса.

После просмотра сюжета школьникам предлагается преступить к изучению раздела «Некоторые сведения из планиметрии. Введение в стереометрию» который включает в себя две темы:

1. Решение треугольников. Теоремы Менелая и Чебы. Углы и отрезки, связанные с окружностью.
2. Предмет стереометрии, аксиоматика. Решение задач на применение аксиом и следствий из них.

После нажатия на пункт раздела, на экране появляется сначала теоретический материал, затем интерактивные упражнения, для закрепления либо для актуализации знаний по данной теме (Рисунок 4).



По окончании изучения темы школьникам предлагается решить тест, после выполнения которого главный герой построит одну из деталей корабля, и приблизится к своей цели

Таким образом, электронный учебный курс «некоторые сведения из планиметрии введение в стереометрию» дает возможность не только поднять интерес учащихся к изучению геометрии, но и помогает ответить на вопрос «зачем вообще нужна геометрия, и как она пригодится в жизни?».

Литература и источники

1. Атанасян Л. С. Геометрия / Л.С. Атанасян, В.Т. Базылев // Геометрия. В 2 ч. Ч.2. М: Просвещение, 2007.
2. Российская Электронная школа. Режим доступа - <https://resh.edu.ru/>
3. Электронное образование Кемеровской области. Режим доступа - <https://eschool.kuz-edu.ru/>

Научный руководитель - д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н.К., ФГБОУ «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.85:331.2

РАЗРАБОТКА В СИСТЕМЕ ENTERPRISE DEVELOPMENT TOOLS

Ефремов С. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kemsuefremov@mail.ru

Цель: создать практический курс по современной оболочке Enterprise Development Tools для создания приложений на разных операционных системах. Данная оболочка используется

для разработки современных бизнес-приложений и, в частности, используется на мировом чемпионате по WorldSkills. Учитывая, что в этой оболочке можно программировать на разных языках программирования можно считать тему актуальной.

Для реализации цели необходимо изучить саму оболочку, сформировать актуальные задачи под современные реалии. На примере практических задач разобрать функционал, причем материал должен быть адаптирован как на опытных разработчиков, так и на только начинающих программистов.

Рассмотрим краткое содержание курса: в первой части рассказано об актуальности оболочки, ее сильных и слабых сторонах, а также технических характеристиках и ходе установки на компьютер.

Вторая тема посвящена возможностям настройки оболочки под произвольного разработчика. Для этого проведен краткий обзор интерфейса и даны инструкции по для индивидуальной настройки.

Третий раздел самый объемный и включает в себя рассмотрение основных инструментов разработки и работе с распределенной системой управления версиями Git. Уделяется внимание некоторым нюансам и вопросам, которые возникают по мере практической работе с оболочкой.

Четвертая часть дает понятия о вспомогательных механизмах и включает в себя обзор возможностей интеграции данных на примерах.

Заключительный этап посвящен и работе с мобильными приложениями с помощью Enterprise Development Tools. Он включает в себя инструменты, с помощью которых ведется разработка и отладка современных мобильных приложений под Android.

В качестве примера, тем курса, рассмотрим создание мобильного приложения «1С: Покупатель». Функционал этого приложения включает в себя формирование списка товаров, которые необходимо купить в магазине. Приложение должно быть понятно и удобно в использовании с возможностью сортировки и создания пометок о том, что товар был положен в корзину.

На первом этапе для того, чтобы начать разработку приложения требуется предварительно установить и настроить на рабочей машине Android SDK и Java SDK нужных версий, также потребуются эмулятор мобильного устройства.

После установки программного обеспечения, в EDT необходимо создать ориентированную на мобильное приложение информационную базу. Затем определить пути до Android SDK, Java SDK и необходимой версии мобильной платформы.

Самый большой этап содержит разработку мобильного приложения.

Следующим этапом, в специальной конфигурации, требуется заполнить параметры мобильного приложения, причем указать, для какой операционной системы будет производиться сборка, определить версию и номер сборки.

На последнем этапе сохраняем установочный файл для нужной операционной системы, копируем его на мобильное устройство и устанавливаем на нем. В результате рабочая информационная база развернута в портативном устройстве, работающем под Android. По такому же принципу разрабатываются конфигурации под iOS.

Основным преимуществом использования оболочки Enterprise Development Tools является удобство создания приложений для любых устройств, причем на разных языках программирования. Эти приложения могут быть использованы для автоматизации производства, продаж, логистики и так далее. Созданный курс облегчит разработку в новой оболочке.

Литература и источники

1. Валеев М.В., Чуешев А.В. «Разработка и использование мобильных приложений 1с: предприятие под операционную систему Android». В сборнике: Наука и образование сборник статей X Международной научной конференции. Кемерово, 2014. С. 62-63.
 2. Жихарев В.А., Чуешев А.В. «Создание мобильного приложения средствами 1с: предприятие для операционной системы Android» В сборнике: Наука и образование сборник статей X Международной научной конференции. Кемерово, 2014. С. 76-77.
 3. Обанин А.Е., Чуешев А.В. Курс "Разработка мобильных решений в 1С: Предприятие 8.3". В сборнике: Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции "Научное творчество молодежи. Математика. Информатика" Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции. Томск, 2016. С. 173-175.
- Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Чуешев А. В., ФГБОУ «Кемеровский государственный университет»*

УДК 004.432

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ «ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА PYTHON ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ»

Ильченко Д.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
daniel199951114@gmail.com

В современном мире люди все чаще отказываются от печатных изданий и переходят на электронные ресурсы. К таким ресурсам относятся различные учебные пособия.

Электронное учебное пособие используется для того, чтобы частично или полностью заменить или дополнить учебник по определенной дисциплине. Работа с ним должна способствовать формированию определенных качеств личности, такие как: эмоциональная, умственная, мотивационная. Такое пособие позволяет мгновенно найти требующуюся информацию, оно поможет существенно сэкономить время при частом обращении к каким-либо определениям, правилам и заданиям. Поэтому электронное учебное пособие играет весомую роль в процессе обучения в учебном заведении.

Данная работа посвящается созданию электронного учебного пособия по основам программирования на Python для школьников. Языком программирования был выбран Python, так как он является одним из самых популярных в мире. Он достаточно прост в изучении и востребован среди школьников, потому что он включен в перечень языков программирования на ОГЭ, ЕГЭ. Данное пособие отличается от других тем, что оно написано на простом понятном языке, также кроме обучающей теории по программированию на Python, пособие содержит много наглядных примеров соответствующего программного кода, поэтому оно адаптировано для использования учащимися средних школ с минимальными навыками программирования.

Пособие состоит из следующих разделов:

1. Титульный лист
2. Введение

Глава 1. Основы Python

- §1.1. Введение в написание программ
- §1.2. Переменные и типы данных
- §1.3. Операции с числами
- §1.4. Условные выражения
- §1.5. Операции со строками

Глава 2. Списки, кортежи и словари

- §2.1. Списки
- §2.2. Кортежи
- §2.3. Словари

Глава 3. Строки

§3.1. Работа со строками

§3.2. Основные методы строк

Глава 4. Объектно-ориентированное программирование

§4.1. Классы

§4.2. Объекты

§4.3. Методы

§4.4. Конструкторы

§4.5. Наследование

§4.6. Полиморфизм

§4.7. Инкапсуляция

```
1 <html>
2 <link rel="stylesheet" href="../main.css">
3 <head>
4   <title>Учебное электронное издание</title>
5 </head>
6
7 <body>
8
9   <div id="uniq" align="center">
10     <div id="top-content">
11       <div style="margin-top: 50px;">
12         Федеральное государственное бюджетное образовательное
13         учреждение
14         высшего образования<br>"Кемеровский государственный университет" (КемГУ)
15         <br>Кафедра фундаментальной математики
16       </div>
17     </div>
18
19 <p align="center"><font face="Verdana" size="4">Автор: Ильченко Данил Алексеевич</font></p>
20
21
22
23     <div id="name" style="margin-top: 100px;">
24       <a href="/C:/Users/Данил/Desktop/Работа с дипломом/Web/My site/title.html">
25         <b>Программирование на Python для школьников.
26         <br>Часть 1: Основы программирования
27       </b>
28     </a>
29     <br>Электронное учебное пособие
30   </div>
31
32   <div id="institute">
33     Кемерово 2020<br>Издатель: КемГУ
34   </div>
```

Структура файла index.html

§1. Введение в написание программ

Программа на языке Python состоит из набора инструкций. Каждая инструкция помещается на новую строку. Например:

```
1 print(2+3)
2 print("Hello")

5
Hello
```

листинг 3 – Вывод числа и приветствия

Большую роль в Python играют отступы. Неправильно поставленный отступ фактически является ошибкой. Например, в следующем случае мы получим ошибку, хотя код будет практически аналогичен приведенному выше:

```
1 print(2+3)
2     print("Hello")

print("Hello")
^
IndentationError: unexpected indent
```

листинг 4 – Ошибка

Пример страницы параграфа

Пособие также содержит навигацию для упрощенного поиска информации и имеет функцию приближения текста.

На основе проанализированной литературы и проделанной работы, можно сделать вывод, что электронное учебное пособие является очень удобным и полезным средством для получения знаний.

Литература и источники

1. Лукьянец А. А. Создание электронного учебника для учебно-тренировочного центра.
2. Python 3.9.1 documentation / URL: <https://docs.python.org> [Электронный ресурс]
3. HTMLBOOK.RU / URL: <http://htmlbook.ru/> [Электронный ресурс]
4. Документация по языку Python3 / URL: [docs-python.ru](https://docs.python.org) [Электронный ресурс]
5. Документация по использованию Python в Windows / URL: docs.microsoft.com [Электронный ресурс]

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Сергеева О. А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 002.53

К РАЗРАБОТКЕ ИНСТРУКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Камалидинова А.К.

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

Введение

Эффективное управление социально-экономическими процессами на территориях, а также развитие современных информационных технологий (ИТ) поставило в повестку дня

разработку и совершенствование таких информационно-аналитических систем, как ситуационные центры социально-экономического анализа (СЦСЭА), ориентированные на предоставление услуги оперативной поддержки экспертных решений в указанной сфере человеческой деятельности. Ситуационный центр социально-экономического развития определен [2], как «...комплекс из специально оборудованного помещения, аппаратного и программного обеспечения, а также команды разработчиков, позволяющий организовать согласованную работу заказчиков (управляющих органов территорий, руководителей предприятий, предпринимателей), экспертов, аналитиков для оперативного принятия эффективных управленческих решений в жестких временных условиях, в форме семинара, вебинара, заседания экспертной группы и т.д.». СЦСЭА ориентированы, в первую очередь, на автоматизированную обработку и визуализацию разнообразной информации текстового, табличного, графоаналитического, мультимедийного характера. Важной составляющей эффективного функционирования СЦСЭА в условиях ВУЗов является наличие подготовленных операторов, владеющих его аппаратным и программным обеспечением и, как правило, набираемых из числа обучающихся студентов. В условиях значительной сменяемости контингента операторов, актуальной является разработка комплекса пользовательских инструкций программным обеспечением ситуационных центров социально-экономического анализа. В данной работе описывается соответствующая ее реализация в программной среде SunRav.

Материалы и методы

Основной целью разработки является создание взаимосвязанного комплекса инструкций пользователя программным обеспечением ситуационных центров социально-экономического анализа, которая должна описывать все основные аппаратные и программно-аналитические инструменты ситуационного центра, быть удобной для конечного пользователя (обучающегося, аналитика и др.). СЦСЭА содержит следующий набор основных инструментов программного обеспечения, которое необходимо освоить операторам для возможности его демонстрации и оперативного использования (таблица 1).

Таблица 1. Основные инструменты программного обеспечения СЦСЭА

№ пп	Наименование	Описание функционала
1.	Мультиэкранная система	Настройка мультиэкранной системы, разделяющей экран компьютера на 4 области, работающие под управлением виртуальных операторских машин
2.	ППП Linur	Точное решение систем линейных алгебраических уравнений
3.	ППП Grapher	Многопараметрический анализ сложных функций в следующих формах 1) $y=y(x)$; 2) $x=x(y)$; 3) $(x=x(t), y=y(t))$; 4) в полярной системе координат; 5) в табличном виде
4.	СППР Экспресс-анализ инвестпроектов	Трехпараметрический экспресс-анализ инвестиционных проектов по параметрам инвестиций, прибыли и ставки дисконтирования, по показателям NPV, IRR, PP
5.	СППР Карма-1	Многопараметрический анализ задачи линейного программирования, анализ инвестиционно-производственных, финансовых, коммерческих проектов, IT-проектов (в среде Delphi)
6.	СППР Карма-2	Многопараметрический анализ задачи линейного программирования, анализ инвестиционно-производственных, финансовых, коммерческих проектов, IT-проектов (в среде C#)
7.	СППР Линейная динамика, ЛЭД	Многопараметрический анализ многошаговой задачи линейного программирования, анализ инвестиционно-производственных, финансовых, коммерческих проектов, IT-

		проектов
8.	СППР ГЭКР	Геоэкономическая карта регионов для отражения и анализа социально-экономической информации территорий
9.	СППР ГВС	Геовизуальная система отражения и анализа социально-экономической информации территорий
10.	ППП IDA	Автоматизированное внесение информации в СППР Карма-1,2
11.	База данных (БД)	OLAP-куб в формате Excel

Для решения поставленной задачи была выбрана программная среда SunRay, обладающая следующим функционалом: 1) экспорт и импорт разделов в формат HTML и RTF; 2) использование таблиц, в том числе вложенных; 3) простая навигация по книге и запуск различных документов и программ. К основным преимуществам SunRay можно отнести возможности: использования таблиц, GIF-анимации; видео-файлов, отражение древовидного содержания книги для быстрой навигации по ее разделам и главам.

В работе [1] представлены концепция и примеры использования Электронного учебника, содержащего описание пакета прикладных программ Grapher (графический анализатор), тесты и упражнения, выполняемые для обучения оператора, специализирующегося на управлении графоаналитическими возможностями программного обеспечения анализа сложных функций в следующих формах 1) $y=y(x)$; 2) $x=x(y)$; 3) $(x=x(t), y=y(t))$; 4) в полярной системе координат; 5) в табличном виде. В электронном учебнике, в частности, разработаны тестовые вопросы, предназначенные для самоконтроля освоения материала обучающимися. При выполнении тестового задания обучающийся может наглядно представить график данной функции или выражения, содержащих, вообще говоря, любое количество параметров. Далее указанная возможность позволяет представить графическую информацию эксперту ситуационного центра в параметрическом виде, тем самым, облегчая ее визуальный анализ. Электронный учебник может рассматриваться, как прототип описания любого программного обеспечения СЦСЭА.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим, для примера, использование графического анализатора при решении прикладной задачи экономического содержания – трехпараметрического экспресс-анализа инвестиционных проектов по параметрам инвестиций, прибыли и ставки дисконтирования, по показателям чистой приведенной стоимости NPV, внутренней нормы доходности IRR и периода окупаемости PP. Пусть требуется оперативно оценить эффективность инвестиционного проекте (ИП) по критерию NPV в зависимости от горизонта планирования T (для расчета NPV и PP) и от ставки r дисконтирования (для расчета IRR). NPV имеет вид:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{W(t)}{(1+r)^t} - I, \quad (1)$$

где $W(t)$ прибыль предприятия в период t , T – горизонт планирования, I – суммарные инвестиции в проект; r – ставка дисконтирования. В предположении, что $W(t)=W=\text{const}$ ($t=0,1,\dots,T$), которое, в силу теории благосостояния, является целесообразным при экспресс-анализе инвестиционных проектов. Применяя формулу аннуитетных платежей, можно получить следующее выражение для NPV

$$NPV = \frac{W}{r} \left(1 - \frac{1}{(1+r)^T}\right) - I, \quad (2)$$

которое является четырехпараметрической зависимостью и может быть эффективно исследовано с помощью пакета Grapher. Записав (2) в легко осваиваемой пользователем математической нотации данного пакета, как функцию сначала переменной T при фиксированных W , I , r , а затем переменной r при фиксированных W , I , T , с учетом

экономического смысла параметров W , I , r , T , пользователь (оператор) ПО СЦСЭА может оперативно проанализировать поведение функции (2) в любом, допустимом по смыслу, диапазоне указанных параметров: W (д.е.) – без ограничений, I (д.е.) ≥ 0 , r (%) ≥ 0 , T (лет) ≥ 0 .

На рисунках 1 и 2 соответственно представлены зависимости от горизонта планирования T и ставки r дисконтирования ИП при некоторых фиксированных значениях параметров W , I , которые, с использованием возможностей пакета Grapher, можно менять в режиме реального времени. По рисунку 1 аналитик может оперативно оценить значения показателей NPV и PP, а также оценить время ее насыщения, а по рисунку 2 – внутреннюю норму доходности IRR инвестиционного проекта.

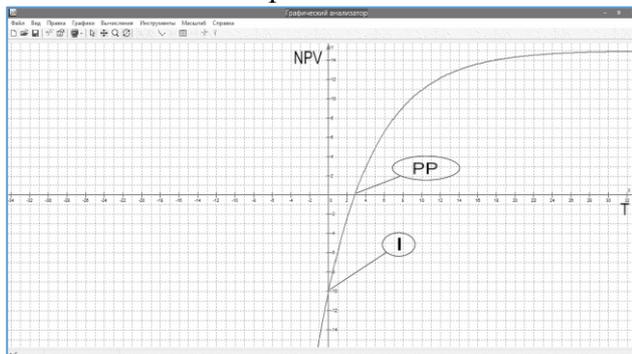


Рисунок 1. NPV(T)

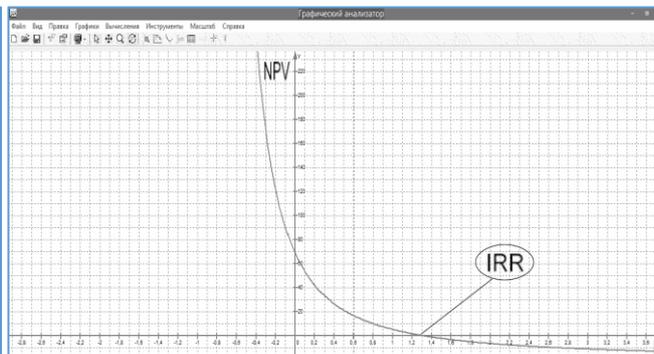


Рисунок 2. NPV(r)

Заключение

Поставленная в работе задача – разработка электронного пособия в форме руководства пользователя программного обеспечения Ситуационного центра социально-экономического анализа для дальнейшего его внедрения в данный центр и обучения пользователей (операторов) аналитическому инструментарию СЦРСЭР – решена. Кроме того, изучен основной функционал программного обеспечения деятельности СЦРСЭР, выбраны наиболее подходящие средства разработки электронного учебного пособия, рассмотрен процесс разработки структуры руководства пользователя с помощью программы SunRay, подготовлен макет учебного пособия «Руководство пользователя программного обеспечения Ситуационного центра социально-экономического анализа».

Литература и источники

1. Камалидинова А.К. К разработке обучающего комплекса по решению задач параметрического анализа в предметах естественнонаучного цикла // В сборнике: Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации. Материалы всероссийской научно-практической конференции с дистанционным и международным участием. отв. ред. А.Ю. Нагорнова. Ульяновск, 2020. – С.424-429.
2. Медведев А.В. Ситуационные центры социально-экономического развития как инструмент оперативного анализа и поддержки принятия управленческих решений / Социогуманитарный вестник. – 2018. – №1(18). – С.93-98.
3. Медведев А.В., Муравьев С.А., Пинаев В.А., Славолубова Я.В. О некоторых приложениях инструментария многопараметрического анализа функций в ситуационных центрах социально-экономического развития // Фундаментальные исследования. – 2017. – №4(2). – С.271-275.

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

УДК 004.75:378

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАЧНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОНТЕНТОМ

Колмакова А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
nasya89502656529@gmail.com

Перед обществом стоит одна важнейшая проблема – формирование эффективной и также удобной системы образования, которая сможет подготовить людей к жизни в изменяющихся условиях современной реальности. Под воздействием информатизации общества происходят основательные перемены во многих сферах жизнедеятельности населения. Сейчас люди возлагают на ресурсы сети Интернет большие надежды, например, в плане дистанционного получения образования или возможности получить вторую профессию, что наиболее актуально в сегодняшних реалиях нестабильности

Понятие дистанционного (электронного) обучения заключается во взаимодействии преподавателя и обучающихся на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность и подразумевает в большей мере самостоятельную форму обучения. Ведущим средством получения такого образования, являются информационные технологии ом.

Для эффективного обучения в дистанционном формате нужны инструменты, чтобы проводить электронное обучение: организация урока, актуализация полученных знаний, изучение нового материала, проверка знаний, подведение итогов, контроль знаний и умений. Рассматриваются в качестве инструментов для проведения дистанционного обучения конструкторы сайтов и современные облачные системы управления образованием.

Конструктором сайта можно назвать инструмент, для создания различных веб-страниц, интернет-магазинов и так далее, без написания кодов и знания языков программирования. С помощью такого конструктора можно создать полноценный ресурс, который будет работать, своими силами, без помощи специализированных разработчиков. Главными преимуществами такого вида создания сайта это приемлемая стоимость, простота интерфейса, экономия времени в разработке сайта, отсутствие программирования, структурирование, но также есть и большие недостатки, такие как всплывающая реклама, ресурс привязан к хостингу, шаблонность, ограничения в применении. Поэтому наиболее правильным вариантом при организации дистанционного обучения использовать LCMS.

LCMS — это платформа для управления образовательным контентом и организации учебного процесса. LCMS применяются для обучения в школах и университетах, как площадки для продаж онлайн-курсов, тренингов, тестирования и семинаров, для эффективного обучения. Аббревиатура системы управления обучения складывается из трех слов: Learning (обучение), Content (материалы), Management (управление), System (система). С помощью LCMS можно организовать базу электронных курсов, состоящих из различных компонентов (учебных материалов, ссылок, форумов и т.д.) для организации учебного процесса. При этом обучением может управлять не только создатель учебного курса, но и любой другой человек-администратор, который будет записывать пользователей на курсы, и заниматься их поддержкой во время обучения – всё остальное сделает LCMS – выдаст материалы согласно учебному плану, проверит вместо вас тесты и зафиксирует, сколько времени и как эффективно учился каждый пользователь. Данные система формирует в виде сводного отчета, для того чтобы было проще оценить уровень подготовки учащихся.

Рассмотрим главные достоинства систем управления образовательным контентом:

- Минимизация расходов на процесс обучения. К примеру, компания MW-light, используя платформу iSpring, сократила затраты на обучение одного сотрудника в 20 раз.
- Свободный доступ к учебным материалам. Информация доступна для всех пользователей, независимо от геолокации.
- Безлимитное облачное хранилище. В LMS можно загрузить любое количество курсов, видео.
- Обмен опытом. Возможность общения между пользователями, обмена информацией и осуществления обратной связи с администраторами. Система позволяет самостоятельно выбрать формат общения: чаты, блоги, форумы, конференции.
- Подробная статистика. Программа отслеживает посещаемость, успеваемость, степень овладения материалом и прочее. Некоторые платформы имеют собственные конструкторы отчетов, позволяющих создавать уникальные формы.
- Полноценная аттестация. Возможность организовать не только дистанционное обучение, но и тестирование и аттестацию сотрудников.
- Простое обслуживание. Современные системы может администрировать один сотрудник, не имеющий специального технического образования.
- Недостатки системы управления обучения:
- Цена. Стоимость платформы напрямую зависит от производственных запросов. Но если предполагается корпоративное обучение, то стоимость составит от 24 000 до 600 000 рублей ежегодно.
- Кроссплатформенность. Если необходимо, чтобы обучающиеся могли использовать в процессе различные гаджеты, постарайтесь учесть это при выборе системы, так как не все из них предусматривают корректное отражение курса на мобильных устройствах.
- Для внедрения требуется хорошо построенная технологическая инфраструктура. Учителя должны быть готовы адаптировать свои учебные программы от очных лекций к онлайн-лекциям.

Важно отметить, что в настоящее время, как никогда актуальны и набирают популярность облачные LCMS, так как это хороший инструмент для быстрой и недорогой (а иногда и бесплатной) организации дистанционного обучения.

Проведем обзор самых популярных облачных систем управления образовательным контентом:

1. Moodle – самая популярная бесплатная LCMS с открытым исходным кодом, ориентированная, прежде всего, на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, хотя также подходит для организации дистанционных курсов и поддержки очного обучения. Moodle является web-ориентированной средой, которую можно масштабировать и настраивать, отличается высокой степенью безопасности и предлагает обширный набор инструментов для компьютеризированного и дистанционного обучения. Платформа использует несколько тарифных планов, среди которых нет бесплатного.

Тарифы Moodle:

Альфа-SSD. Включает в себя: Дисквая квота – 2 ГБ, безлимит сайтов и баз данных.

Стоимость: 82 руб.;

Бета-SSD. Включает в себя: Дисквая квота – 7 ГБ, безлимит сайтов и баз данных, 1 домен (.ru, .рф). Стоимость: 163 руб.;

Гамма-SSD. Включает в себя: Дисквая квота – 30 ГБ, безлимит сайтов и баз данных, 1 домен (.ru, .рф). Стоимость: 305 руб.;

Дельта-SSD. Включает в себя: Дисквая квота – 30 ГБ, безлимит сайтов и баз данных, 1 домен (.ru, .рф), Comodo PositiveSSL. Стоимость: 489 руб.

Также все тарифные планы имеют тестовый период 10 дней.

2. Edmodo – это образовательная социальная сеть, позволяющая публиковать образовательный контент, общаться в режиме реального времени, управлять классами. Данная платформа предоставляет возможности организации социальных групп и включение в них зарегистрированных пользователей, организация цифровой библиотеки учебных материалов, публикация домашних заданий, организация чатов и обсуждений, проведение опросов, организация допуска родителей/руководителей к данным об успеваемости, взаимодействие с другими преподавателями и учителями. Платформа Edmodo используется абсолютно бесплатно.

3. Online Test Pad – сервис для создания тестов, опросов, логических игр и других продуктов для дистанционного обучения. Основные функции данной платформы: конструктор тестов, создание опросов, формирование кроссвордов, комплексные задания, интерактивные диалоговые тренажеры, организация дистанционного обучения. Данная платформа базируется на бесплатном тарифе.

4. Talent LMS – облачная e-learning платформа для обучения сотрудников, партнеров и клиентов, чрезвычайно легкая в использовании. Данная LCMS отличается простотой и четкостью интерфейса, имеет встроенный конструктор курсов, интуитивно понятна и быстро настраивается, что позволяет получать доступ к курсам без необходимости устанавливать программное обеспечение. Цены на TalentLMS: доступен бесплатный тариф (до 5 пользователей) и платные, от \$29 в месяц, также присутствует пробный период.

5. Eduardo – это легкий в применении и бесплатный инструмент от Лекториума, предназначенный для создания онлайн-курсов. На платформе есть все необходимые инструменты для создания учебного контента — более десятка видов заданий для проверки знаний, журнал оценок, а также единая техподдержка и удобная система для работы авторского коллектива. Базовый бесплатный уровень конструктора позволяет вам создать: до 5 курсов, до 200 слушателей (учеников, студентов) на курс, обеспечение технической поддержки, стандартный набор компонентов (видео, тесты, открытые вопросы, задания на взаимное оценивание обучающимися курса)

6. Stepik – популярная отечественная платформа для создания онлайн-курсов. Многие российские вузы представляют свои курсы именно на нем. включает в себя конструктор бесплатных занятий и уроков. Создать интерактивный обучающий курс может любой зарегистрированный пользователь. При этом авторы обучающих материалов сохраняют авторские права. Сервис не имеет ограничений по числу обучающихся на курсе. На данной платформе есть различные тарифные планы, в том числе и бесплатный.

Тарифные планы Stepik:

Basic - это бесплатный тарифный план, в него входит: неограниченное количество открытых курсов, но с ограниченными возможностями, нет частных курсов, стандартная техподдержка;

PRO (2900 руб. в месяц), состоит из: 1 курс с расширенными возможностями Stepik, курс может быть и открытым, и частным, автоматическая генерация электронных сертификатов, приоритетная техподдержка;

Enterprise (от 500 000 руб. в год, точная сумма рассчитывается индивидуально), включает в себя: все возможности Basic и PRO, продвинутые сложные задачи (Linux, данные, external grader), интеграция LTI, экзамены с прокторингом, плата по счету, приоритетная техподдержка.

Литература и источники

1. Шляпина, С. Ф. Технологии электронного обучения в высшей школе. / С.Ф. Шляпина // Сибирский учитель. – 2016. – № 3(106). – С. 12–15.
2. Обзор популярных систем управления сайтом (CMS). Часть 2. / Режим доступа: <https://tinyurl.com/yuukpum7> (дата обращения: 04.04.2021).

3. Moodle. / Бесплатные инструменты E-Learning. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/y5erupme> (дата обращения: 14.04.2021).

4. Обзор ТОП-8 отечественных и зарубежных СДО для корпоративного обучения. / Режим доступа: <https://tinyurl.com/y4ekccay> (дата обращения: 14.04.2021).

5. Семеновских, Т. В. Концептуальные аспекты применения технологий E-LEARNING обучения в вузовской среде. / Т.В. Семеновских. – Режим доступа: <https://tinyurl.com/yu3ov6lj> (дата обращения: 14.04.2021).

Научный руководитель – к.т.н., доцент Саблинский А.И., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 511

РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМЕ «ТЕОРИЯ СРАВНЕНИЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ШКОЛЬНЫХ И НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ» ДЛЯ КЛАССОВ С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ МАТЕМАТИКИ

Кошкина Н. Н.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
workbox_m-171@mail.ru

Учебно-методические материалы, представленные в работе, могут быть использованы при организации образовательного процесса на уроках математики и внеурочных занятиях со школьниками для расширения их математических знаний по разделу математики «Теория сравнений». Вопросы и понятия, поднятые в данной работе, мало освещаются в школьной программе. Но, не смотря на это, тема «Теория сравнений» рассматривается на внеурочных занятиях, и задачи по этой теме включены в различные олимпиады.

Так как часто школьники решают задачи, связанные с теорией сравнений, на уровне интуиции, не пользуясь формулами и теоремами, то для того, что бы школьники могли усовершенствовать свои знания и умения, им необходимо знать соответствующий теоретический материал и методы решения задач.

Цель исследования - разработать учебно-методические материалы по теме «Теория сравнений» для классов с углубленным изучением математики.

Объект исследования: разработка учебно-методических материалов по теме: «Теория сравнений».

Предмет исследования: теоретические основы, применение при решении школьных и нестандартных задач для 6-9 классов.

Учебно-методические материалы разбиты на главы в соответствии с делением по классам обучения. Каждая глава содержит необходимый теоретический материал, методы решения задач, примеры решения задач и задачи для совместного и самостоятельного решения.

Первая глава «Делимость целых чисел» изучается в 6-7 классах. Перечислим основные понятия этой главы и приведем примеры некоторых нестандартных задач.

Первый параграф «Делимость целых чисел» содержит основные понятия: делимость целых чисел, деление целых чисел с остатком, признаки делимости в десятичной системе счисления.

Пример 1. Найдите все натуральные числа, при делении которых на 7 в частном получится то же число, что и в остатке.

Решение: Составим уравнение по формуле $a = bq + r$, где $b = 7$, и пусть $q = p$, отсюда следует, что $bq = 7p$, и $7p$ – это целая часть числа до деления, так как в частом должны получить тоже число, что и остатке, то $r = p$ – это часть числа, которая является остатком. При делении на 7 с остатком, у нас может быть только 6 различных остатков (от 1 до 6), следовательно, $p = 1, 2, \dots, 6$. Подставим значения в уравнение $a = bq + r$. Получим $a = 7p +$

$p = 8p$. Подставив все значения p - получим ответ.

Ответ: 8, 16, 24, 32, 40, 48.

Пример 2. На длинной ленте написаны цифры 201520152015 ..., Вася вырезал ножницами два куска ленты и составил из них положительное число, которое делится на 45. Приведите один пример таких кусков и запишите число, составленное из них.

Решение: Для того, что бы число делилось на 45, необходимо, что бы оно делилось на 5 и на 9 одновременно, а значит, заканчивалось на 0 или 5, и сумма цифр делилась на 9. В данной задаче не сказано, что числа должны быть вырезаны последовательно, то есть мы можем взять комбинацию чисел из любого места на ленте, и расположить в любом порядке при составлении числа. Пара примеров чисел: 52 и 20 – 5220; 2015 и 1 – 12015 и т.д.

Ответ: 2015 и 1 – число 12015.

Второй параграф «Простые и составные числа» содержит основные понятия: определение простого и составного числа, теорема Евклида о простых числах, решето Эратосфена.

Пример 3. Может ли сумма трёх последовательных натуральных чисел быть простым числом?

Решение: Пусть натуральные числа будут a_1, a_2, a_3 . В задаче сказано, что эти числа последовательные, тогда пусть $a_1 = n, a_2 = n + 1, a_3 = n + 1 + 1 = n + 2$. Составим сумму этих чисел $n + (n + 1) + (n + 2) = n + n + 1 + n + 2 = 3(n + 1)$. Как можем заметить – сумма трех последовательных натуральных чисел кратна трем, следовательно, сумма является составным числом.

Ответ: Не может.

Третий параграф «Наибольший общий делитель» содержит основные понятия: определение наибольшего общего делителя, алгоритм Евклида, свойства НОД, определение линейного представления НОД, алгоритм вычисления НОД нескольких чисел.

Пример 4. Отец и сын шли по занесенной снегом дороге друг за другом. Длина шага отца – 80 см, сына – 60 см. Их шаги совпали 601 раз, в том числе в самом начале и в конце пути. Какое расстояние они прошли? Ответ дайте в м.

Решение: Так как их шаги совпали 601 раз, но при условии, что в 601 – входит их точка начала, значит, в дальнейшем их шаги совпали 600 раз. Данная информация говорит о том, что необходимо найти $600 * \text{НОД}(80,60) = 600 * 240 = 144000$ см – прошли отец с сыном. Переведем значение в метры $1440: 1000 = 144$ м.

Ответ: 144 м.

Четвертый параграф «Взаимно простые числа. Наименьшее общее кратное» содержит основные понятия: определение и свойства взаимно простых чисел, определение попарно взаимно простых чисел, определение наименьшего общего кратного, свойства НОК, алгоритм вычисления НОК нескольких чисел, китайская теорема об остатках.

Пример 5. На складе имеются ножи и вилки. Общее число тех и других больше 300, но меньше 400. Если ножи и вилки вместе считать десятками или дюжинами, то в обоих случаях получается целое число десятков и целое число дюжин. Сколько было ножей и вилок на складе, если ножей было на 160 меньше, чем вилок?

Решение: Заметим, что число ножей и вилок (вместе) кратно 10 и 12, значит, оно делится на НОК $(10,12) = 60$. Между числами 300 и 400 есть только одно число, которое делится на 60, это число 360. Теперь определим сколько ножей и вилок точно. Мы знаем, что если ножей было на 160 меньше, чем вилок. Пусть ножей u штук, тогда вилок $u + 160$. А вместе они составляют 360 штук. Тогда $u + u + 160 = 360$, из этого следует, что $u = 100$ – количество ножей, и 260 штук вилок.

Ответ: 100 ножей, 160 вилок.

Некоторые темы из представленных материалов пересекаются с темами, рассматриваемыми в школьных учебниках по математике и алгебре. Но, к сожалению, школьный материал не освящает тему «Теория сравнений» в том объеме, в котором она

используется для решений нестандартных задач. Это возможно исправить на внеурочных занятиях, используя данный методический материал.

Литература и источники

1. Виноградов И. М. Основы теории чисел: учебное пособие / И. М. Виноградов. — 12-е изд. исправл. — СПб: Лань, 2009. — 176 с.
2. Воробьев Н. Н. Признаки делимости / Н. Н. Воробьев. — 4-е изд., исправл. — М.: Наука, 1988. — 96 с.
3. Осипов Н. Н. Теория чисел: конспект лекций / Н. Н. Осипов. — Красноярск: СФУ, 2008. — 117 с.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Багина О. Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 373.5

ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ ПО ТЕМЕ: «ВЕКТОРЫ НА ПЛОСКОСТИ»

Красникова Е. С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
cool.katyakk@ya.ru

Работая со школьниками, можно заметить, что часть из них имеет пониженный интерес к учебному предмету математика, не участвует в уроке активно, тревожится по поводу неполного понимания некоторых тем, быстро утомляется на уроках и как следствие – перегружается, что может привести к ухудшению не только эмоционального, но и физического состояния. В связи с этим возникают вопросы, актуальные для настоящего времени. Как сделать уроки более понятными и интересными для учеников? Как повысить уровень их активного участия? Как снизить уровень тревожности и замотивировать детей на самостоятельную деятельность? На эти вопросы нам поможет ответить технология проблемного обучения.

Цель исследования: увидеть возможность преподавания ученикам теоретических положений по одной из тем школьного курса математики - «Векторы на плоскости» с использованием технологии проблемного обучения.

В 20 столетии идеи проблемного обучения получили интенсивное развитие и распространение в образовательной практике [2].

Данная концепция обстоятельно рассматривается в психолого-педагогической и методической литературе, но в практике школы должного внимания не получила [3].

Проблемное обучение – это такой тип обучения, когда представляемый материал подается ученикам при помощи создаваемых учителем проблемных ситуаций [2]. Ученики должны вспомнить ранее полученные знания и с их помощью, используя логические рассуждения, прийти к решению поставленной проблемы. Часто дети запоминают формулы и взаимосвязи, научаются решать определенные задачи, но не видят, как в нестандартной ситуации использовать те или иные знания. Использование проблемного обучения при обучении по теме «Векторы» поможет заинтересовать учеников, поможет им самостоятельно включиться в работу и придти к выводам своими собственными силами, а следовательно, усваивать материал более качественно.

Покажем на примере одного из уроков по теме «Понятие вектора» использование метода проблемного обучения.

Учитель начинает урок с того, что напоминает ученикам о существовании таких величин, как, например, масса и объем. Задавая вопрос о том, что необходимо знать о них, он ожидает от учеников того, что сопоставив имеющиеся у них знания, они самостоятельно ответят:

«необходимо знать количество». Согласившись с ответом, учитель может добавить, что действительно, нам важно знать, сколько грамм муки нужно добавить в тесто, каков объем бассейна, который мы хотим заполнить водой.

После этого ученикам предлагается подумать над тем, что нам важно знать о других величинах, таких как, например скорость, сила, ускорение и так далее. Учитель может предложить детям вспомнить ситуацию: Когда ведущий сообщает нам о скорости ветра, добавляет ли он что-то еще? Важна ли нам еще какая-либо деталь из той информации, что он нам транслирует? С помощью наводящих вопросов дети вспомнят, что у ветра еще существует направление и может быть важно, знать южный он, северо-западный или южно-восточный. В общем, выходит, что у скорости ветра есть два важных параметра: величина скорости и направление.

Далее ученики подводятся к заключению о том, что величины, не имеющие направления, называют скалярными. А величины, имеющие не только абсолютное значение, но и направление – векторными. Детям сообщается план занятия и тема «Понятие вектора». Основные вопросы: понятие вектора, математические операции над векторами, метод координат.

Учитель предлагает детям самостоятельно сформировать понятие «вектор», на основе имеющихся у них знаний: «физические величины, имеющие не только абсолютное значение, но и направление, называются векторными».

Скорость, сила, ускорение — векторы. Для них важно «сколько» и важно «куда». Например, ускорение свободного падения \vec{g} направлено к поверхности Земли, а величина его равна $9,8 \text{ м/с}^2$. Импульс, напряженность электрического поля, индукция магнитного поля — тоже векторные величины. Детям предлагается вспомнить, что физические величины обозначают буквами, латинскими или греческими и предположить, что показывает стрелочка над буквой? Верно, она обозначает тот факт, что величина является векторной \vec{a} .

Автомобиль движется из А в В. Конечный результат — его перемещение из точки А в точку В. Детям также предполагается подумать над тем, как записать вектор \overrightarrow{AB} , на который переместился автомобиль (рис. 1).

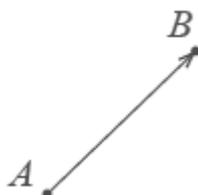


Рисунок 1. Вектор \overrightarrow{AB}

Таким образом, используя проблемную ситуацию нам удалось подвести учеников к самостоятельной формулировке понятия вектора [1].

Литература и источники

1. Геометрия: учебник для 7 - 9 классов средних школ. Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов и др. - Москва: Просвещение 1990.
 2. Махмутов М. И. Проблемное обучение: основные вопросы теории. М., 1975. С. 181 - 190.
 3. Хуторской А. В. Эвристическое обучение: Теория, методология, практика. - М. : Международная педагогическая академия. 1998
- Научный руководитель: к.п.н., доцент Глухова О.Ю., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 372.851

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ОНЛАЙН-КУРСА ПО СТЕРЕОМЕТРИИ, РАЗДЕЛ «КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»

Лапин К.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Konst.lapin.60@gmail.com

В статье рассмотрены основные принципы разработки онлайн-курсов, определены педагогические возможности программного обеспечения для создания онлайн-курса по стереометрии в разделе «координатный метод решения задач», определяется структура онлайн-уроков, приводятся примеры методов обучения.

В 2019 году с геометрической задачей номер 14 (стереометрия) Единого государственного экзамена по математике профильного уровня справилось в среднем 5,6 процента экзаменуемых. В 2020 году эта цифра еще ниже – 2,5 процента. Это свидетельствует о несформированности у большинства выпускников умения комбинировать различные методы решения задач с использованием свойств фигур, в том числе пользоваться векторами и координатами для решения задач.[4][5][6]

Наиболее актуальным в настоящее время методом обучения может выступить онлайн-курс. Дадим определение онлайн-курса. Онлайн-курс – это отчужденная технология обучения. Исходя из определения можно сделать вывод, что онлайн-курс состоит из образовательного контента, заданий и педагогической технологии достижения результатов обучения.

Необходимо отметить, что вся информация в онлайн-курсе может быть разделена на виды:

По форме представления:

- Тексты
- Видео
- Аудио
- 3D-модели
- Виджеты

По содержанию:

- Обязательная – необходимая для достижения результатов обучения.
- Дополнительная
- Развлекательная

По расположению:

- В теле курса
- Внешний ресурс

Важным компонентом онлайн-курса является педагогический дизайн. Основные принципы: системность, научность, наглядность, непрерывность, эргономичность.

Для наилучшего усвоения информации составители курсов часто прибегают к игрофикации – образовательный процесс представляется в игровой форме. Для этого выделяют три компонента игрофикации: игровые компоненты (игровые задания, вызовы, мини-игры), игровая механика (как отдельные компоненты складываются в образовательную систему), игровая динамика (как будет развиваться игровая механика, чтобы достичь желаемого образовательного результата).

Для онлайн-курса по методу координат в пространстве были определены следующие принципы:

- Связь теории и практики. Обеспечение для пользователя возможности изучить теорию по теме, а затем закрепить ее на практике.
- Визуализация. Использование 3d-моделей и интерактивных чертежей в дополнение к чертежам для повышения наглядности
- Геймификация. Организация процесса в игровой форме.

Было определено содержание онлайн-курса:

1. Раздел «О курсе»
2. Раздел «Основы координатного метода решения задач стереометрии»
 - 2.1. Прямоугольная система координат в пространстве
 - 2.2. Координаты вектора
 - 2.3. Связь между координатами точек и координатами векторов
3. Раздел «Основные задачи, решаемые координатным методом»
 - 3.1. Простейшие задачи
 - 3.2. Угол между векторами
 - 3.3. Скалярное произведение векторов
 - 3.4. Угол между прямой и плоскостью
4. Раздел «Решаем ЕГЭ»
 - 4.1. Решение стереометрических задач ЕГЭ методом координат

Основным программным продуктом для создания онлайн-курса была выбрана программа ISpring Suite. Она проста в использовании, но позволяет делать качественные онлайн-курсы.

Данное ПО позволяет добавлять следующие интерактивности:

Таблица 1. Анализ интерактивных возможностей ПО ISpring Suite

Вид интерактивности	Применение в образовательном процессе
Диалоговый тренажер	Сторителлинг, сценарный ход курса
WEB	Вставка страниц – интерактивные чертежи, упражнения
Шаги	Введение понятий, алгоритмов, шагов решения
Временная шкала	Алгоритм, демонстрация шагов решения
Маркированное изображение	Сторителлинг, упражнения, открытие новых знаний
Описываемое изображение	Сторителлинг, открытие новых знаний, введение правил
Глоссарий, медиакаталог, аккордеон, вкладки	Учебные материалы

При создании онлайн-курса не обязательно ограничиваться только одним программным продуктом. Для образовательных целей можно использовать так же следующие сервисы – Telegram, Mentimeter, Kahoot, Xmind.

Рассмотрим содержание некоторых уроков.

Урок 1. Прямоугольная система координат в пространстве.

План урока:

Таблица 2. План урока 1. «Прямоугольная система координат в пространстве»

Этап урока	Форма и методы подачи информации
Как задать прямоугольную систему координат в пространстве? Определение прямоугольной системы координат	Интерактивный алгоритм
Алгоритм нахождения координаты точки	Интерактивный алгоритм
Координаты точек, принадлежащих координатным осям и координатным плоскостям	Текст, правило
Самостоятельное решение задач, закрепление материала, повторение	Интерактивная книга
Итоговый тест	Тестирование: форма вопросов – заполнить пропуски

Задачи, рассматриваемые на этом уроке:

1. Даны точки A (3; -1; 0), B (0; 0; -7), C (2; 0; 0), D (-4; 0; 3), E (0; -1; 0), F (1; 2; 3), G (0; 5; -7), H (6; 0; 0). Какие из этих точек лежат на: а) оси абсцисс; б) оси ординат; в) оси аппликат; г) плоскости Oxy; д) плоскости Oyz; е) плоскости Oxz
2. Дана точка A(2; -3; 5). Найдите координаты проекций этой точки на координатные плоскости. Выполните решение с помощью построения. [1][3]

Итоговый тест:

Даны координаты четырех вершин куба ABCDA₁B₁C₁D₁: A(0; 0; 0), B(0; 0; 1), D(0; 1; 0), A₁(1; 0; 0). Найдите координаты остальных вершин куба.

Урок 2. Координаты вектора

План урока:

Таблица 2. План урока 2. «Координаты вектора»

Этап урока	Форма и методы подачи информации
Введение понятия координатные векторы. Теорема о разложении вектора по трем некомпланарным векторам.	Чертеж, правила
Разложение вектора по базисным векторам. Координаты вектора.	Диалог с персонажем
Правила действий над векторами с заданными координатами.	Интерактивная галерея
Самостоятельное решение задач. Закрепление материала.	Интерактивная книга
Итоговый тест.	Тестирование – формы вопросов: краткий ответ, соответствие, заполнить пропуски

Задачи, рассматриваемые на этом уроке:

1. Даны векторы: $\vec{a}\{-1; 2; 0\}$, $\vec{b}\{0; -5; -2\}$, $\vec{c}\{2; 1; -3\}$. Найдите координаты вектора $\vec{q} = 3\vec{c} - 2\vec{b} + \vec{a}$.
2. Коллинеарны ли векторы: а) $\vec{a}\{3; 6; 8\}$ и $\vec{b}\{6; 12; 16\}$; б) $\vec{e}\{1; -1; 3\}$ и $\vec{d}\{2; 3; 15\}$; в) $\vec{i}\{1; 0; 0\}$ и $\vec{j}\{0; 1; 0\}$; г) $\vec{m}\{0; 0; 0\}$ и $\vec{n}\{5; 7; -3\}$; д) $\vec{p}\{\frac{1}{2}; -1; 5\}$ и $\vec{q}\{-1; -3; -15\}$

Итоговый тест

Вариант 1

1. Даны векторы $\vec{a}\{2; -4; 3\}$ и $\vec{b}\{-3; \frac{1}{2}; 1\}$. Найдите координаты вектора $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$.
2. Даны векторы $\vec{a}\{1; -2; 0\}$, $\vec{b}\{3; -6; 0\}$ и $\vec{c}\{0; -3; 4\}$. Найдите координаты вектора $\vec{p} = 2\vec{a} - \vec{b} - \vec{c}$.
3. Найдите значения m и n , при которых векторы $\vec{a}\{6; n; 1\}$ и $\vec{b}\{m; 16; 2\}$ коллинеарны.

Вариант 2

1. Даны векторы $\vec{a}\{1; -3; -1\}$ и $\vec{b}\{-1; 2; 0\}$. Найдите координаты вектора $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$.
2. Даны векторы $\vec{a}\{2; 4; -6\}$, $\vec{b}\{-3; 1; 0\}$ и $\vec{c}\{3; 0; -1\}$. Найдите координаты вектора $\vec{p} = -\vec{a} + 2\vec{b} - \vec{c}$.
3. Найдите значения m и n , при которых векторы $\vec{a}\{-4; m; 2\}$ и $\vec{b}\{2; -6; n\}$ коллинеарны [2]

В рамках онлайн-курса все уроки оформлены с использованием интерактивности, элементами геймификации, тестовой формы проверки результатов обучения. В качестве перспективы развития онлайн-курса хотелось бы отметить возможность повышения включенности обучающегося в образовательный процесс с помощью мини-игровых заданий, включения в курс интерактивных чертежей, добавления видео-роликов с объяснениями.

Литература и источники

1. Атанасян Л. С., Киселева Л. С., Позняк Э. Г. Геометрия. 10-11 классы. Учебник. Базовый и углубленный уровни. ФГОС / Л. С. Атанасян, Л. С. Киселева, Э.Г. Позняк – М.: Просвещение, 2021 – 287 с. – Текст : непосредственный
 2. Саакян С. М. Геометрия. Поурочные разработки 10—11 классы / С. М. Саакян, В. Ф. Бутузов. — М.: Просвещение, 2015. — 240 с – Текст : непосредственный
 3. Мерзляк А. Г., Полонский В. Б., Номировский Д. А. Математика. Геометрия. 10 класс. Учебник. Базовый уровень /– А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, Д. А. Номировский – М.: Вентана-Граф, 2020 – 208 с. – Текст : непосредственный
 4. Яценко, И. В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по МАТЕМАТИКЕ / И. В. Яценко, И. Р. Высоцкий, А. В. Семенов – М., 2019. – 25 с. – URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1567500409/matematika_2019.pdf - Текст: электронный
 5. Яценко, И. В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года по МАТЕМАТИКЕ / И. В. Яценко, И. Р. Высоцкий, А. В. Семенов – М., 2019. – 25 с. – URL:http://fipi.ru/sites/default/files/document/1509023556/matematika_2017_.pdf- Текст: электронный
 6. Яценко, И. В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по МАТЕМАТИКЕ / И. В. Яценко, Л. О. Рослова, И. Р. Высоцкий, А. В. Семенов – Москва, 2018. – 26 с. – URL:http://fipi.ru/sites/default/files/document/1535625213/matematika_2018.pdf - Текст: электронный
- Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н.К., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 519.17

ЭЙЛЕРОВА ХАРАКТЕРИСТИКА БУТЫЛКИ КЛЕЙНА

Малахов А. В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

leks.malahov@gmail.ru

Толчок к развитию теории графов получила на рубеже XIX и XX столетий, когда резко возросло число работ в области топологии и комбинаторики, с которыми её связывают самые тесные узы родства. Как отдельная математическая дисциплина теория графов была впервые представлена в работе венгерского математика Кёнинга в 30-е годы XX столетия.

В последнее время графы и связанные с ними методы исследований пронизывают на разных уровнях едва ли не всю современную математику. Графы используются в теории планирования и управления, теории расписаний, социологии, математической лингвистике, экономике, биологии, медицине. Как более жизненный пример можно взять использование графов в геоинформационных системах. Существующие или вновь проектируемые дома, сооружения, кварталы и т. п. рассматриваются как вершины, а соединяющие их дороги, инженерные сети, линии электропередачи и т. п. — как рёбра. Применение различных вычислений, производимых на таком графе, позволяет, например, найти кратчайший объездной путь или ближайший продуктовый магазин, спланировать оптимальный маршрут. Теория графов быстро развивается, находит всё новые приложения и ждёт молодых исследователей.

Цель исследования: рассмотреть понятие эйлеровой характеристики двумерной поверхности, вычислить эйлерову характеристику бутылки Клейна с помощью графов.

Объект исследования: алгебраические методы теории графов.

Предмет исследования: методика разработки алгебраических методов теории графов.

Эйлерова характеристика - это топологический инвариант, число, которое описывает форму или структуру топологического пространства независимо от того как оно изгибается.

Эйлерова характеристика (была названа в честь математика Эйлера) была первоначально определена Эйлером для многогранников, затем она стала использоваться и для произвольных плоских графов. В 1758 году Эйлер предложил формулу для вычисления эйлеровой характеристики графа $\chi = H - A + S$, где H – это количество вершин графа, A – это количество ребер графа, S – это количество граней графа.

Один из методов нахождения эйлеровой характеристики поверхности заключается в нахождении эйлеровой характеристики реализации некоторого плоского графа на этой поверхности. В работе рассмотрен такой метод нахождения эйлеровой характеристики двумерной поверхности - бутылки Клейна.

Бутылка Клейна – это неориентируемая поверхность. Изобразим реализацию бутылки Клейна в трехмерном пространстве. Фундаментальным многоугольником бутылки Клейна является такой квадрат (рис.1), где две стороны являются сонаправленными, а две противоположно направленными.

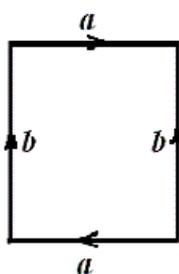


Рисунок 1. Фундаментальный многоугольник бутылки Клейна

Для преобразования его в бутылку Клейна мы должны сначала «склеить» сонаправленные стороны и в итоге получим цилиндр. Далее мы должны «склеить» противоположно направленные концы, для этого необходимо продеть один из концов через боковую часть цилиндра, что создаст круг самопересечения. Так мы и получим необходимую фигуру (рис.2).



Рисунок 2. Бутылка Клейна

Зададим многообразие на бутылке Клейна, в котором элементарные компоненты будут части двумерных поверхностей, полученные деформацией треугольника, которые будем называть треугольниками. Для этого зададим три множества: $H = \{h_1, \dots, h_n\}$ - множество вершин, $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ - множество ребер, $S = \{s_1, \dots, s_n\}$ - множество граней. Часто построение такого многообразия называют триангуляцией поверхности.

Проведем триангуляцию бутылки Клейна (рис.4):

- на фундаментальном прямоугольнике отметим 3 вершины, возьмем их по краям прямоугольника, они имеют по 4 изображения на прямоугольнике;
- соединим сонаправленные стороны многоугольника между собой, получаем 3 ребра;

- соединим каждую из этих трех вершин с одной из трех вершин на одной из горизонтальных сторон, получаем еще три ребра.

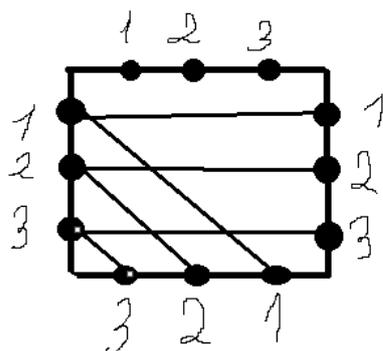


Рисунок 3. Триангуляция бутылки Клейна

В итоге мы имеем 3 вершины и 6 ребер, грани находящиеся по бокам многоугольника будут склеиваться и образовывать одну, а граней лежащих внутри и образующих на бутылке Клейна круг будет 2 и в итоге получаем 3 грани, подставляем полученные значения в формулу $\chi = H - A + S = 3 - 6 + 3 = 0$ и получаем, что эйлерова характеристика бутылки Клейна равна нулю.

Вывод: в данной работе мы рассмотрели и один из способов нахождения ее эйлеровой характеристики бутылки Клейна, что может послужить наглядным пособием для студентов изучающих теорию графов.

Литература и источники

1. Уилсон Р. Введение в теорию графов / Р. Уилсон — М.: Мир, — 1977. — 174 с.
 2. Белов В.В. Теория графов: учеб. пособие для втузов / В. В. Белов, Е. М. Воробьев, В. Е. Шаталов. — М.: ВШ, 1976. — 392 с.
 3. Прасолов В.В. Наглядная топология, - М.: МЦНМО, 2014 - 112с.
- Научный руководитель – к.ф.-м.н. Багина О. Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.85:331.2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ В «1С: ПРЕДПРИЯТИИ 8»

Махмадзода М. Х.

Кафедра фундаментальной математики КемГУ, г. Кемерово
makhammadzoda@mail.ru

Цель: Применение математических инструментов «1С: Предприятия 8» для различных видов анализа и прогнозирования при решении практических задач, а также создание одноименного курса.

Механизм анализа и прогнозирования данных используется для формирования различных видов отчетов в «1С: Предприятие», а сама система реализует широкие возможности для проведения анализа данных при решении прикладных задач. Учитывая, что анализ последовательностей, анализ ассоциаций и кластерный анализ активно применяются для прогнозирования в современных IT-предприятиях тему можно считать актуальной.

После решения практических задач и сбора материала был создан курс «Математические инструменты в «1С: Предприятия 8»». Рассмотрим краткое содержание: в первой главе изложена суть анализа и возможности расширения количества анализируемых данных, упрощение дерева решений и виды параметров настройки.

Вторая глава посвящена кластерному анализу. В нее входит суть и параметры этого анализа, метрика, использование дискретных полей, веса и стандартизация.

Третья глава является самой объемной и включает в себя общую схему и примеры получения прогнозов. В нее входят практические примеры решения задач: поиск ассоциаций и последовательностей, дерево решений и кластеризации, а также настройка отчетов с помощью системы компоновки данных.

В качестве практического примера рассмотрим механизм работы кластерного анализа данных и получения прогноза. Разберем поэтапно реализацию решения данной задачи.

На первом этапе изучим типовой код в модуле объекта и взаимодействие процедур и функций.

Второй этап посвящен получению анализа. Для его получения в пользовательском режиме сформируем отчет и посмотрим, какие данные у нас имеются. Данные, подлежащие анализу – это элементы справочника «Номенклатура». Количество искомых кластеров устанавливается в качестве параметра. В результате полученной дендрограмме связей видим, что входит в кластер (Рис. 1).

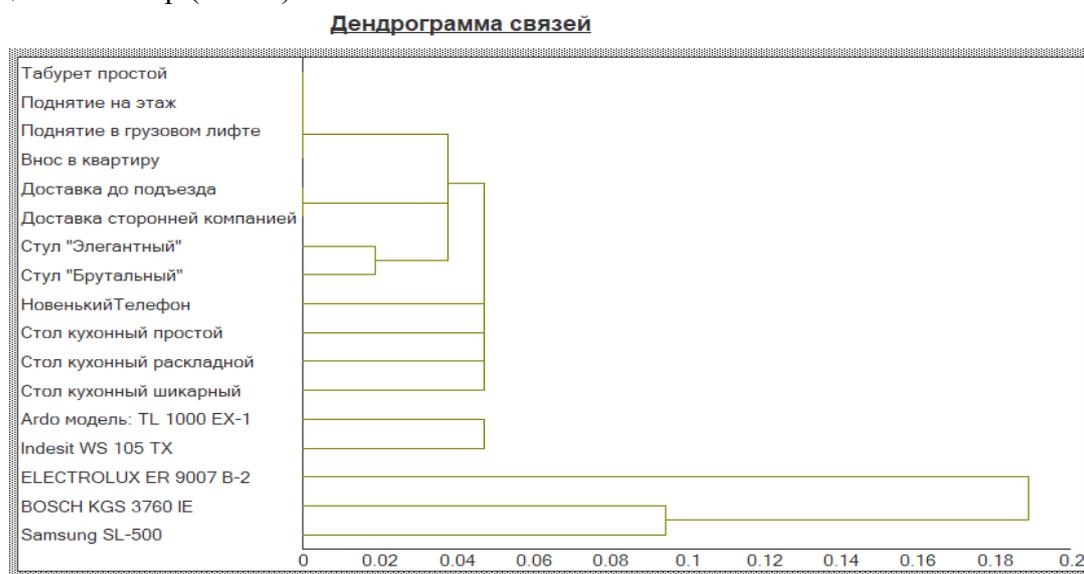


Рисунок 1. Результат кластеризации

В третьем этапе изменяем модель анализа. Для вносим изменения в код модуля объекта, дописывая необходимые строки кода.

Четвертый этап отражает результат изменения. Появляется дополнительная таблица классификации, и в ней указано, какая номенклатура к какому кластеру относится.

Пятый этап посвящен получению прогноза. Вычисляем выражение «Результат Прогноза» и помещаем его в таблицу значений. При формировании отчета и видим, что система определила группу нужную группу к третьему кластеру.

Основным предназначением использования математических инструментов в «1С: Предприятии 8» являются анализ и прогноз для производства, продаж, логистики и так далее. Данные курс может быть включен как самостоятельный курс, так и модуль курса «Средствам интеграции и обмена данными» специальности 02.03.01 «Математика и компьютерные науки».

Литература и источники

1. Попова О.В., Чушев А.В. «Производительность системы 1С: Предприятие для построения отчетов (индексы, агрегаты и оценки)». В сборнике: Наука и образование сборник статей X Международной научной конференции. 2014. С. 120-121.

2. Кирсанов С.Г., Чуешев А.В. «Идеальный алгоритм». В сборнике: Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты сборник материалов Международной научно-практической конференции. Западно-Сибирский научный центр. 2016. С. 117-125.

3. Мельникова А.С., Чуешев А.В. «Механизм систем компоновки данных». В сборнике: Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции "Научное творчество молодежи. Математика. Информатика" Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции. Томск, 2016. С. 144-146.

Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Чуешев А. В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.63

ОДНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ СМЕСИ ВЯЗКОЙ СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ С ПЛОСКИМИ ВОЛНАМИ

Палатов И. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

ivanakazver3d@gmail.com

При решении многих современных задач механики сплошных сред кроме классических уравнений гидродинамики используются модели, учитывающие неоднородный характер состава реальных жидкостей и газов. Одной из таких задач является модель двухкомпонентных смесей вязких жидкостей и газов.

Актуальность решения уравнений механики сплошных сред, в частности моделей смеси вязких сжимаемых жидкостей, обусловлена многочисленными приложениями и потребностями развития индустриальных технологий.

В данной работе рассмотрен численный метод решения уравнений, описывающих движение двухкомпонентной смеси вязких жидкостей в следующей постановке. Смесь занимает ограниченную область $\Omega = [0, 1]$, требуется найти скорости u_i и плотности ρ_i , $i = 1, 2$ составляющих смеси, удовлетворяющих уравнениям:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_i u_i) &= 0 \\ \frac{\partial(\rho_i u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_i u_i^2) + \frac{\partial p_i}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(v_{i1} \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_{i2} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) + J_i, \end{aligned} \quad (1)$$

где $p_i = \rho_i^{\gamma_i}$ - давление, γ_i - показатель адиабаты, $J_i = (-1)^{i+1} a(u_2 - u_1)$ - интенсивность обмена импульсом между компонентами смеси, $a > 0$ - заданная постоянная, $v_{ij} = \lambda_{ij} + 2\mu_{ij}$, $j = 1, 2$, где λ_{ij}, μ_{ij} - коэффициенты вязкости.

Уравнения (1) следует дополнить граничными условиями

$$u_i|_{x=0,1} = 0, \quad 0 < t < T, \quad i = 1, 2 \quad (2)$$

означающими, что граница $\partial\Omega$ области течения смеси Ω является непроницаемой неподвижной твёрдой стенкой [1]. Кроме того, к системе (1) следует присоединить начальные условия

$$u_i|_{t=0} = u_i^0(x), \quad \rho_i|_{t=0} = \rho_i^0(x), \quad 0 < x < 1, \quad i = 1, 2. \quad (3)$$

При этом, обобщённое решение поставленной начально-краевой задачи (1-3) строится как предел регуляризованной задачи

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_i u_i) &= \varepsilon \frac{\partial^2 \rho_i}{\partial x^2} \\ \frac{\partial(\rho_i u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_i u_i^2) + \frac{\partial \rho_i^{\gamma_i}}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(\delta \rho_i^{\beta_i}) + \varepsilon \frac{\partial u_i}{\partial x} \frac{\partial \rho_i}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(v_{i1} \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_{i2} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) + J_i, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\varepsilon > 0$, $\delta > 0$, $\beta_i > 0$ - параметры, $i = 1, 2$.

Имеются математические результаты, гарантирующие сходимость решений регуляризованной задачи к решению исходной при $\varepsilon \rightarrow 0$, $\delta \rightarrow 0$. К регуляризованной задаче (4) целесообразно добавить граничные условия (2) и начальные условия (3), а также граничные условия Неймана

$$\left. \frac{\partial \rho_i}{\partial x} \right|_{x=0;1} = 0, \quad 0 < t < T, \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

Перед составлением алгоритма решения регуляризованной задачи целесообразно рассмотреть следующую модельную задачу:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) &= \varepsilon \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2}, \quad \varepsilon > 0, \quad u = u(x, t), \\ \left. \frac{\partial \rho}{\partial x} \right|_{x=0;1} &= 0, \quad 0 < t < T, \\ \rho|_{t=0} &= \rho^0(x), \quad 0 < x < 1. \end{aligned} \quad (6)$$

Введём в расчётную область равномерную прямоугольную сетку:

$$\begin{aligned} \bar{\omega}_{h\tau} &= \bar{\omega}_h \times \bar{\omega}_\tau \\ \bar{\omega}_h &= \left\{ x_m : x_m = m \cdot h, m = 0, 1, \dots, M, h = \frac{1}{M} \right\} \\ \bar{\omega}_\tau &= \left\{ t_n : t_n = n \cdot \tau, n = 0, 1, \dots, N, \tau = \frac{1}{N} \right\} \end{aligned}$$

На этой сетке поставленная модельная задача (6) может быть аппроксимирована с погрешностью $O(h + \tau)$ следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{\rho_m^{n+1} - \rho_m^n}{\tau} + \frac{u_m^{n+1} \rho_m^{n+1} - u_{m-1}^{n+1} \rho_{m-1}^{n+1}}{h} = \varepsilon \frac{\rho_{m+1}^{n+1} - 2\rho_m^{n+1} + \rho_{m-1}^{n+1}}{h^2}, \\ \rho_m^0 = \rho^0(x_m), \quad m = 0, 1, \dots, M, \\ \frac{\rho_1^{n+1} - \rho_0^{n+1}}{h} = 0, \quad \frac{\rho_M^{n+1} - \rho_{M-1}^{n+1}}{h} = 0, \quad n = 0, 1, \dots, T. \end{cases} \quad (7)$$

Найти решение конечно-разностной схемы (7) можно методом прогонки. Также, рассмотрим ещё одну модельную задачу:

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} &= \nu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & \rho &= \rho(x, t) > 0, \\ u|_{x=0;1} &= 0, & 0 < t < T, \\ u|_{t=0} &= u^0(x), & 0 < x < 1, \end{aligned} \quad (8)$$

где ν - коэффициент вязкости.

Для этой задачи составим конечно-разностную схему на равномерной прямоугольной сетке, аппроксимирующую исходную задачу с погрешностью $O(\tau + h^2)$.

$$\begin{cases} \rho_m^n \frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + \rho_m^n u_m^n \frac{u_{m+1}^{n+1} - u_{m-1}^{n+1}}{2h} = \nu \frac{u_{m+1}^{n+1} - 2u_m^{n+1} + u_{m-1}^{n+1}}{h^2}, \\ u_m^0 = u^0(x_m), & m = 0, 1, \dots, M, \\ u_0^n = 0, & u_M^n = 0 & n = 0, 1, \dots, T. \end{cases} \quad (9)$$

Данная схема является устойчивой для любых значений $\rho > 0$ в каждой точке сетки, при этом для её разрешения также достаточно воспользоваться методом прогонки.

Далее полученные конечно-разностные схемы (7) и (9) следует использовать для получения приближённого решения регуляризованной задачи (4).

Литература и источники

1. Кучер Н.А. Краевые задачи механики смесей жидкостей. Часть 3: Нестационарные задачи / Н.А. Кучер, О.В. Малышенко, А.А. Жалнина – Кемерово: КемГУ, 2014.
2. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем / А.А. Самарский – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1971.
Научный руководитель: к.ф.-м.н. Жалнина А.А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 517.95

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА СЛАБОЙ АППРОКСИМАЦИИ ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ СМЕСИ ВЯЗКИХ СЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Половинкина Ю.М.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

ур.199912@mail.ru

Метод дробных шагов – один из экономичных методов решения задач математической физики. При увеличении размерности задачи количество операций для получения численного решения растет вследствие роста количества точек, так и логических трудностей составления программы расчета. Данный метод позволил решить задачи, которые были не под силу обычным разностным схемам – схемам простой аппроксимации.

Система уравнений, описывающая плоские нестационарные движения смеси вязких сжимаемых жидкостей, имеет вид [1,4].

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + u_1^{(1)} \frac{\partial \rho_1}{\partial x_1} + u_2^{(1)} \frac{\partial \rho_1}{\partial x_2} + \rho_1 \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) &= 0, \\ \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + u_1^{(2)} \frac{\partial \rho_2}{\partial x_1} + u_2^{(2)} \frac{\partial \rho_2}{\partial x_2} + \rho_2 \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \rho_1 \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial t} + \rho_1 u_1^{(1)} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \rho_1 u_2^{(1)} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_1}{\partial x_1} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{11} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{12} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) + J_1^{(1)}, \\ \rho_1 \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial t} + \rho_1 u_1^{(1)} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} + \rho_1 u_2^{(1)} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_1}{\partial x_2} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{11} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{12} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) + J_2^{(1)}, \\ \rho_2 \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial t} + \rho_2 u_1^{(2)} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \rho_2 u_2^{(2)} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_2}{\partial x_1} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{21} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{22} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) + J_1^{(2)}, \\ \rho_2 \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial t} + \rho_2 u_1^{(2)} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} + \rho_2 u_2^{(2)} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_2}{\partial x_2} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{21} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{22} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) + J_2^{(2)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь ρ_1 и ρ_2 - плотности составляющих компонентов смеси; $\vec{u}^{(i)}$, $i = 1, 2$ - поле скоростей i -ой компоненты с координатами $u_1^{(i)}$, $u_2^{(i)}$ относительно декартовой системы координат Ox_1x_2 ; давления p_i , $i = 1, 2$ связаны с плотностями ρ_i согласно формулам:

$$p_1 = \rho_1^{\gamma_1}, p_2 = \rho_2^{\gamma_2}, \gamma_1 > 0, \gamma_2 > 0 \quad (3)$$

Слагаемые $\vec{j}^{(i)} = (J_1^{(i)}, J_2^{(i)})$, $i = 1, 2$, выражающие интенсивность обмена импульса между компонентами, определяются по формулам:

$$\vec{j}^{(i)} = (-1)^{i+1} a (\vec{u}^{(2)} - \vec{u}^{(1)}), a - const > 0, i = 1, 2. \quad (4)$$

Из соображений термодинамики, коэффициенты вязкости μ_{ij}, λ_{ij} , $i = 1, 2$ удовлетворяют условиям:

$$\begin{cases} \mu_{11}, 4\mu_{11}\mu_{22} - (\mu_{12} + \mu_{21})^2 > 0, \\ v_{ij} = \lambda_{ij} + 2\mu_{ij}, v_{11} > 0, v_{22} > 0, \quad 4v_{11}v_{22} - (v_{12} + v_{21})^2 > 0 \end{cases} \quad (5)$$

Первые два уравнения указанной выше системы отражают закон сохранения масс составляющих компонентов, а оставшиеся четыре отражают закон сохранения импульсов компонент.

Пусть область течения Ω представляет собой квадрат на плоскости переменных x_1, x_2 :

$$\Omega = \{x = (x_1, x_2): 0 < x_1 < 1, 0 < x_2 < 1\} \quad (6)$$

Тогда к уравнениям (1) и (2) присоединяются начальные условия:

$$\rho_i|_{t=0} = \rho_i^0(x), \quad \vec{u}_i|_{t=0} = \vec{u}_i^0(x), \quad x \in \Omega = (0,1), \quad i = 1,2, \quad (7)$$

и граничные условия:

$$\begin{cases} u_1^{(1)}|_{x_1=0,1} = 0, & u_2^{(1)}|_{x_2=0,1} = 0 \\ \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1}|_{x_1=0,1}, & \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2}|_{x_2=0,1} = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Решение краевой задачи (1)-(8) ищется в виде предела однопараметрического семейства решений вспомогательной задачи P_τ , представляющей собой дифференциальную схему расщеплений по физическим процессам и заключающуюся в том, что на каждом целом шаге $[n\tau, n\tau + \tau], n = 0, \dots, N - 1, n\tau = T$ системе уравнений (1) и (2) сопоставляются следующие системы:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\rho_1 \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial t} + \rho_1 u_1^{(1)} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \rho_1 u_2^{(1)} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_1}{\partial x_1} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{11} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\rho_1 \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial t} + \rho_1 u_1^{(1)} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} + \rho_1 u_2^{(1)} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_1}{\partial x_2} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{11} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{11} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right), \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1} (\rho_1 u_1^{(1)}) + \frac{\partial}{\partial x_2} (\rho_1 u_2^{(1)}) = 0 - \text{уравнение неразрывности},$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\rho_2 \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial t} + \rho_2 u_1^{(2)} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \rho_2 u_2^{(2)} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_2}{\partial x_1} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{22} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\rho_2 \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial t} + \rho_2 u_1^{(2)} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} + \rho_2 u_2^{(2)} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial p_2}{\partial x_2} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{22} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right), \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1} (\rho_2 u_1^{(2)}) + \frac{\partial}{\partial x_2} (\rho_2 u_2^{(2)}) = 0 - \text{уравнение неразрывности},$$

, $k\tau < t \leq k\tau + \frac{1}{2}\tau, k = 0, \dots, N - 1$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\rho_1 \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial t}(t) &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{12} \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right), \\ \frac{1}{2}\rho_1 \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial t}(t) &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_1} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{12} \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{12} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right), \\ \frac{1}{2}\frac{\partial \rho_1}{\partial t} &= 0, \\ \frac{1}{2}\rho_2 \frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial t}(t) &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(2\mu_{21} \frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\mu_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right), \\ \frac{1}{2}\rho_2 \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\mu_{21} \left(\frac{\partial u_1^{(1)}}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_1} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(2\mu_{21} \frac{\partial u_2^{(1)}}{\partial x_2} \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right) + \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\lambda_{22} \left(\frac{\partial u_1^{(2)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2^{(2)}}{\partial x_2} \right) \right) \left(t - \frac{1}{2}\tau \right), \\ \frac{1}{2}\frac{\partial \rho_2}{\partial t} &= 0. \end{aligned}$$

, $k\tau + \frac{1}{2}\tau < t \leq k\tau + \tau, k = 0, \dots, N - 1$

Таким образом, на первом этапе мы определяем скорости и плотности каждой компоненты, обусловленные вязкостными свойствами и давлениями своей же компоненты. На втором этапе производится пересчет физических характеристик каждой компоненты с учетом влияния на ее динамику вязкостных свойств смежной компоненты.

Основным результатом работы должна быть теорема о сходимости, сформулированной выше дифференциальной схемы расщепления., то есть доказательство того факта, что при $\tau \rightarrow 0$, последовательность решений $\vec{u}_\tau^{(i)}, \rho_{i\tau}, i = 1, 2$ вспомогательной задачи P_τ сходится к функции: $\vec{u}^{(i)}, \rho_i, i = 1, 2$ - решению исходной начально-краевой задачи [3,4].

Литература и источники

1. Rajagopal, K.R. Mechanics of mixtures / K.R. Rajagopal, L.Tao. – London World Scientific Publishing, 1995.
 2. Н.А. Кучер. Нестационарные задачи механики вязких сжимаемых сред: монография / Н.А.Кучер; Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2014. – 202 с.
 3. Ю.Я.Белов, С.А.Кантор. Метод слабой аппроксимации / Красноярск.гос.ун-т. Красноярск, 1999. 236 с.
 4. Н.А.Кучер. Метод слабой аппроксимации и анализ схем расщепления в газовой динамике. – Учебное пособие. Кемеровский государственный университет, 1997. 188 с.
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Кучер Н.А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 004.58

**ПОВЫШЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО РЕСУРСА ПУТЕМ
ВНЕДРЕНИЯ РЕЖИМА ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С
ПРОБЛЕМАМИ ЗРЕНИЯ**

Ремнев А.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

alexremnev42@gmail.com

В настоящий момент, по данным всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывают свыше 250 миллионов людей с нарушениями зрения, из которых 36 миллионов полностью слепые. Это остро ставит вопрос про доступность электронных ресурсов для людей с ограниченными возможностями.

Цель исследования: создать функциональность изменения интерфейса электронного учебного ресурса для людей с проблемами зрения.

Объект исследования: интерфейсы для электронных учебных ресурсов

Предмет исследования: режим цветовой слепоты в интерфейсах электронных учебных ресурсов

Рассмотрим поэтапное создание такой возможности:

Первым этапом проводится исследование ГОСТ Р 52872-2012. Данный документ устанавливает общие требования доступности для инвалидов по зрению, использующих компьютер в качестве технического средства реабилитации. Основными требованиями является:

1. Возможность изменения размера текста (минимум на 200%)
2. Возможность изменения цветовой схемы сайта (разных контрастностей)
3. Возможность изменения межбуквенного и межстрочного интервала
4. Включение/отключение картинок

Вторым этапом проводится изучение правил и практик создания интерфейсов для электронных учебных пособий. Контролировать световой контраст удобно если полностью отказаться от цвета на начальных этапах проектирования. Интерфейс разрабатывается в оттенках серого, а уже после насыщается цветом.

Третьим этапом проводится реализация функциональности переключения интерфейсов, создаются различные варианты оформления. Разработка ведется средствами языка гипертекстовой разметки - HTML в совокупности с языками программирования CSS и JavaScript.

Финальным этапом проводится размещение интерфейсов в электронном учебном пособии, размещаются кнопки переключения цвета и размера шрифта.

Таким образом, на всех страницах электронного пособия будет размещено меню с возможностью выбора интерфейса с определенным цветом и шрифтом.

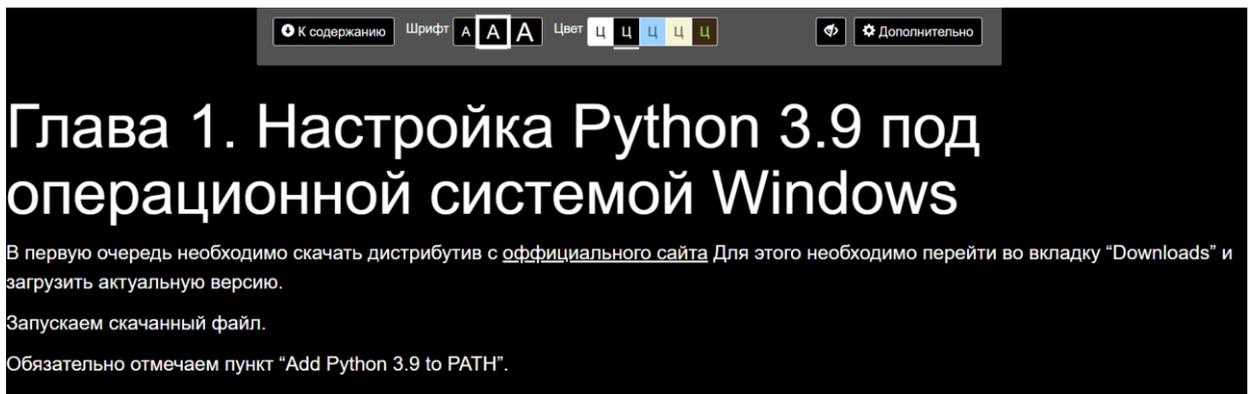


Рисунок. 1 Пример расположения меню для людей с ограниченными возможностями

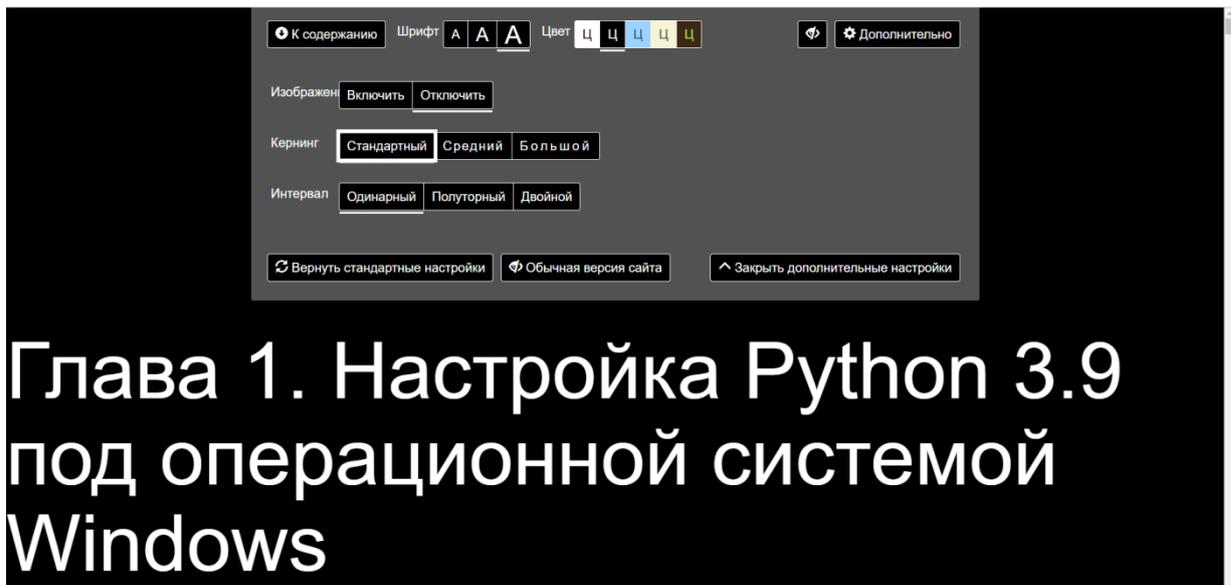


Рисунок 2. Пример дополнительных настроек меню

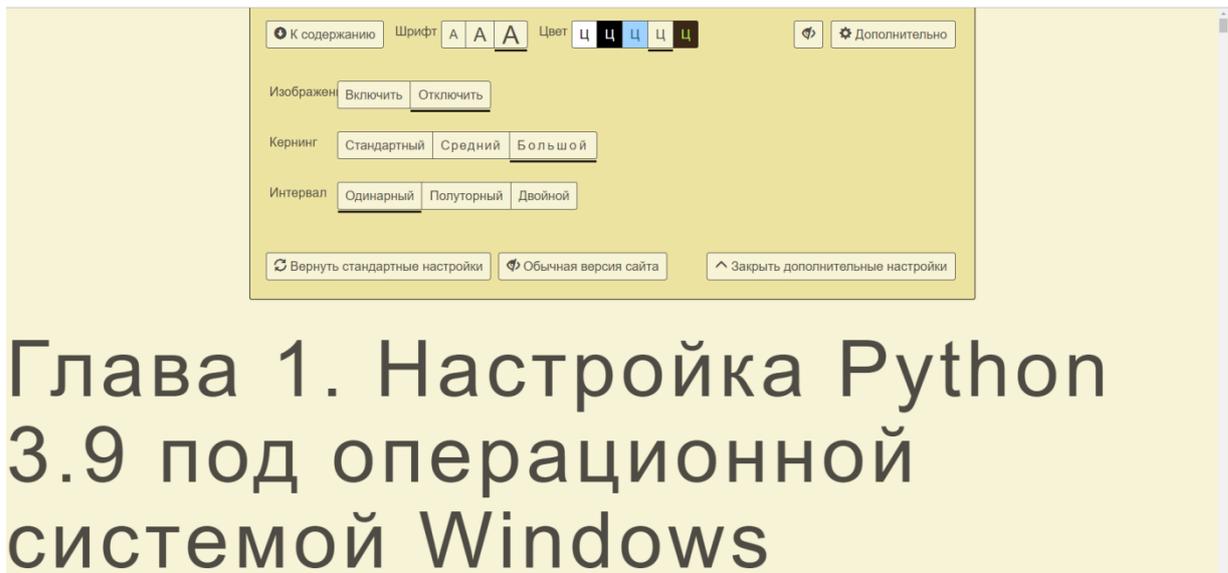


Рисунок 3. Пример работы смены цветовой схемы и размеров шрифта

Литература и источники

1. ГОСТ Р 52872-2012 // ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ. Требования доступности для инвалидов по зрению, 2014
2. HTMLBOOK.RU[Электронный ресурс] /URL: <http://htmlbook.ru> (дата обращения: 16.04.2021).
3. JavaScript documentation [Электронный ресурс] URL: <https://devdocs.io/javascript> (дата обращения: 16.04.2021).
4. jQuery documentation [Электронный ресурс] / URL: <https://api.jquery.com> (дата обращения: 16.04.2021).

Научный руководитель – к.ф.-м.н Сергеева О. А., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.75:378

ПЛАГИНЫ WORDPRESS ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОНТЕНТОМ

Сорокина А.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
sorokina.alina.1999@mail.ru

В современном мире огромную популярность набирает электронное образование. Данный формат является очень актуальным, так как позволяет получать знания в любой точке мира без определенных временных рамок. Одним из наиболее актуальных способов электронного образования является электронный курс. На данный момент создано много различного программного обеспечения, предназначенного для

- 1) создания электронных курсов,
- 2) управления курсами,
- 3) доставки электронных курсов обучающимся.

В роли такого программного обеспечения могут выступать, например, системы управления контентом (CMS), которые устанавливаются на сервер и позволяют создавать и наполнять веб-сайт.

Наиболее популярной CMS является WordPress (WP), ее большим преимуществом является то, что ее с легкостью могут использовать пользователи не знакомые с языками программирования - для ее использования понадобится лишь браузер. Но, к сожалению, на практике мы приходим к выводу, что, в плане организации профессионального дистанционного обучения, первоначальная «сборка» WordPress, как система управления контентом, обладает ограниченным функционалом:

- нет возможности разбить обучающихся по группам (курс, предмет, группа, уровень и т.д.);
- нет возможности организовать поэтапную выдачу теоретического материала, что в свою очередь может повлиять на качество полученных знаний;
- нет возможности организовать системную проверку знаний по темам, что не позволяет в полной мере отследить прогресс учащихся.

Для таких задач созданы специальные дополнительные программные решения – плагины для управления образовательным контентом (LMS).

Рассмотрим наиболее популярные из бесплатных плагинов:

1. MasterStudy LMS – бесплатный плагин, обладающий всеми необходимыми функциями для управления образовательным контентом. С его помощью можно легко организовать поэтапную выдачу материала и проверку знаний, после завершения каждого из них, причем последующий материал будет доступен только после изучения предыдущего или положительно пройденного тестирования. Есть возможность настроить систему оповещения учащихся. Удобная и простая в освоении административная панель, наличие инструкций позволят быстро разобраться с управлением данным плагином.

MasterStudy дает преимущества в использовании не только администратору, но и обучающимся:

- просмотр подробной информации о курсах: стоимость, продолжительность, учебный план, уровень сложности, количество зачисленных студентов;
- предварительный просмотр материалов курса потенциальными обучающимися;
- личные профили обучающихся для отслеживания собственного прогресса, возможности продолжить прохождение урока с того места, на котором остановился ранее, просмотра статистики успеваемости.

2. Tutor – функциональный плагин, позволяющий быстро и просто создавать электронный курс. С его помощью можно создавать интерактивные уроки, викторины и тестирования различного уровня, в которых есть возможность установить ограничения на попытки и время прохождения. Благодаря множеству функций и шаблонов на создание и оформление курса ходит минимальное количество времени. Также, как и при использовании MasterStudy, с помощью данного плагина для студентов можно создать личные профили, в которых можно будет просматривать основную информацию, отслеживать прогресс курса и устанавливать индивидуальный график обучения, а также задавать вопросы учителям в специальном чате. В профиле учителя также есть множество полезных функций: сбор статистики об отдельных учащихся и о группе в целом, управление уроками, быстрый вывод денежных средств. Несмотря на все полезные функции Tutor уступает ранее рассмотренному плагину, так как в нем нельзя ограничить доступ к следующему этапу обучения, в случае плохого результата по итогам тестирования, нельзя настроить предварительный просмотр для потенциальных учащихся.

3. Namaste! – плагин, обладающий функционалом достаточным, чтобы организовать электронный курс. С помощью данного плагина можно создавать множество различных курсов, настраивать условия для их проведения, создавать различные правила доступа к курсам и урокам на основе выполнения заданий, результатов тестов или утверждения администратором вручную. Также можно назначать роли студентам, обозначать им задачи, и выставлять за их выполнение оценки, после чего отслеживать их успеваемость. После завершения курса студенты могут получить сертификаты о его прохождении. К сожалению, функционал Namaste! не предусматривает создания личных профилей, что усложняет образовательный процесс.

4. LearnPress – бесплатный многофункциональный плагин, подключающий к CMS конструктор курсов, позволяющий создавать структурированную систему уроков с темами, различными категориями и тестами для проверки знаний на каждом этапе обучения. Функционал данного плагина ничем не уступает рассмотренному выше плагину MasterStudy. Также он позволяет давать задачи пользователям, а затем оценивать и комментировать их, и создавать форумы для обсуждения задач студентами. LearnPress обладает довольно простой панелью управления, позволяющей в короткие сроки создать электронный курс без определенных навыков и знания языков программирования, также он позволяет экспортировать контент из одного курса в другой, а также на другие сайты, созданные с помощью WordPress.

5. CoursePress. Данный плагин разработан для организации обучения в школах и колледжах. Распространяется с открытым кодом. Некоторые возможности: неограниченное количество курсов, автоматизированные оценки, создание отчетов и многое другое.

6. Edwiser Bridge – позволяет интегрировать популярную LMS Moodle в WordPress. При помощи данного бесплатного плагина появляется возможность импортировать курсы из существующего аккаунта Moodle, управлять ими и, записанными на эти курсы, обучающимися. Плагин позволяет сделать курсы более удобными и привлекательными в плане оформления. При этом у обучающихся есть возможность работать как через плагин на сайте с WordPress, так и в самом исходном аккаунте Moodle.

На основе проведенного анализа, можно прийти к выводу, что рассмотренные LMS-плагины для системы управления контентом WordPress позволяют полноценно реализовать электронное обучение, так как они обладают достаточным функционалом, чтобы осуществить поставленные образовательные задачи.

На мой взгляд, LMS-плагин LearnPress – это то дополнение, на которое следует обратить внимание организатору дистанционного обучения, использующего сайт и WordPress в качестве образовательной площадки. Данный плагин является русифицированным, бесплатным, он обладает большими функциональными возможностями как для администратора электронных курсов, так и для обучающихся. При этом данный плагин достаточно прост в использовании за счет удобной и понятной панели управления.

Литература и источники

1. Горнаков, С. Г. Осваиваем популярные системы управления сайтом (CMS). / С. Г. Горнаков – М.: ДМК Пресс, 2009. – 336 с.: ил
2. Грачев А. Создаем свой сайт на WordPress: быстро, легко и бесплатно. Работа с CMS – WordPress 3. / А. Грачев СПб.: Питер, с.: ил.
3. Информация о lms-плагине LearnPress, представленная в системе WP. / Режим доступа: http://j1134752.myjino.ru/wp-admin/plugin-install.php?tab=plugin-information&plugin=learnpress&TB_iframe=true&width=600&height=550 (дата обращения: 11.04.21).
4. Информация о lms-плагине Tutor, представленная в системе WP. / Режим доступа: http://j1134752.myjino.ru/wp-admin/plugin-install.php?tab=plugin-information&plugin=tutor&TB_iframe=true&width=600&height=550 (дата обращения: 11.04.21).
5. Информация о lms-плагине MasterStudy, представленная в системе WP. / Режим доступа: http://j1134752.myjino.ru/wp-admin/plugin-install.php?tab=plugin-information&plugin=masterstudy-lms-learning-management-system&TB_iframe=true&width=600&height=550 (дата обращения: 11.04.21).
6. Информация о lms-плагине Namste, представленная в системе WP. / Режим доступа: http://j1134752.myjino.ru/wp-admin/plugin-install.php?tab=plugin-information&plugin=namaste-lms&TB_iframe=true&width=600&height=550 (дата обращения: 11.04.21).
7. Уильямс, Б., Дэмстра, Д., Стэрн, Х. WordPress для профессионалов. / Б. Уильямс, Д. Дэмстра, Х. Стэрн – СПб.: Питер, 2014. –464 с.:ил. – (Серия «Для профессионалов»).
Научный руководитель – к.т.н., доцент Саблинский А.И., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 514.76

ЛЕВОИНВАРИАНТНЫЕ ПАРАКОНТАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ТРЕХМЕРНЫХ НЕУНИМОДУЛЯРНЫХ ГРУППАХ ЛИ

Суворова Ю.П.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Yulia-suvorova-1998@mail.ru

Контактная геометрия – важная область исследований, широко применяемая в различных областях. В последнее время наблюдается значительный интерес к параконтактным структурам. В работе [1] была представлена классификация параконтактных структур на трехмерных унимодулярных группах Ли. Описание неунимодулярных групп Ли использует большое число параметров, что обуславливает серьезные трудности при исследовании геометрических структур на таких группах Ли. В работе [2] представлена классификация контактных структур на трехмерных группах Ли, в которой указана контактная форма, а число свободных параметров для неунимодулярных групп Ли равно двум, что позволяет

исследовать левоинвариантные геометрические структуры на такой группе Ли. В данной работе проведено исследование параконтактных структур на трехмерных неунимодулярных группах Ли.

Приведем основные понятия, связанные с параконтактными структурами.

Определение 1. Дифференцируемое $(2n+1)$ -мерное многообразие M класса C^∞ называется контактным многообразием, если на нем задана дифференциальная 1-форма η , такая что $\eta \wedge (d\eta)^n \neq 0$ всюду на M^{2n+1} . Форма η называется контактной формой. Векторное поле ξ , обладающее свойствами $\eta(\xi) = 1$, $d\eta(\xi, *) = 0$, называется полем Рибо.

Определение 2. Если M^{2n+1} контактное многообразие с контактной формой η , то контактной метрической структурой называется четверка (η, ξ, φ, g) , где ξ – поле Рибо, g – риманова метрика и φ – аффинор на M^{2n+1} , для которой имеют место следующие свойства:

- 1) $\varphi^2 = -I + \eta \otimes \xi$.
- 2) $d\eta(X, Y) = g(X, \varphi Y)$.
- 3) $g(\varphi X, \varphi Y) = g(X, Y) - \eta(X)\eta(Y)$.

Определение 3. Параконтактной метрической структурой называется четверка (θ, ξ, Φ, g) , где ξ – поле Рибо, 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) $g(X, Y) = d\theta(X, \Phi Y) + \theta(X)\theta(Y)$.

Пусть G – группа Ли и \mathfrak{g} – ее алгебра Ли. Мы будем изучать левоинвариантные структуры на группе G . Все они определяются своими значениями на алгебре Ли \mathfrak{g} . Поэтому в дальнейшем мы будем иметь дело исключительно с алгебрами Ли.

Определение 4. Алгебра Ли \mathfrak{g} называется **унимодулярной**, если операторы ad_x имеют нулевой след, $\text{tr}(\text{ad}_x) = 0$ для любого $x \in \mathfrak{g}$, где ad_x – это оператор взятия скобки Ли

$$\text{ad}_x: \mathfrak{g} \rightarrow \mathfrak{g}, \quad \text{ad}_x(y) = [x, y].$$

Неунимодулярная алгебра Ли изоморфна алгебре со следующими скобками Ли

$$[e_1, e_2] = 0, \quad [e_1, e_3] = \alpha e_1 + \beta e_2, \quad [e_2, e_3] = \gamma e_1 + \delta e_2,$$

где $\alpha + \delta \neq 0$. В работе [2] показано, что каждая контактная структура на неунимодулярной алгебре Ли изоморфна квадратичной деформации контактной алгебры Гейзенберга \mathfrak{h}_{2p+1} .

Теорема 1 [2]. Любая контактная алгебра Ли \mathfrak{g} размерности $2p+1$ изоморфна квадратичной деформации алгебры Гейзенберга \mathfrak{h}_{2p+1} .

$$\mu_t(X, Y) = \mu_0(X, Y) + t\varphi_1(X, Y) + t^2\varphi_2(X, Y)$$

где μ_0 – скобка Ли алгебры Гейзенберга \mathfrak{h}_{2p+1} .

В трехмерном случае алгебра Гейзенберга \mathfrak{h}_3 имеет базис e_1, e_2, e_3 , скобки Ли: $[e_1, e_2] = e_3$. Для неунимодулярного случая деформации имеют вид:

$$\varphi_1(e_1, e_2) = e_1, \quad \varphi_2(e_2, e_3) = \beta e_1$$

Поэтому скобки Ли неунимодулярной алгебры Ли будут следующие:

$$[e_1, e_2] = \alpha e_1 + e_3, \quad [e_2, e_3] = \beta e_1.$$

Контактная форма $\eta = e_3^*$ – дуальная к e_3 [2].

Вывод. Неунимодулярная контактная алгебра Ли \mathfrak{g} контактно изоморфна алгебре со следующими скобками Ли и контактной формой $\eta = e_3^*$:

$$[e_1, e_2] = \alpha e_1 + e_3, \quad [e_2, e_3] = \beta e_1, \quad \eta = e_3^*.$$

Построим параконтактную метрическую структуру на данной неунимодулярной алгебре Ли. Имеем следующие ненулевые скобки Ли:

$$C_{12}^1 = \alpha, \quad C_{12}^3 = 1, \quad C_{23}^1 = \beta.$$

Пусть $\theta^1, \theta^2, \theta^3$ – базис 1-форм на \mathfrak{g} , дуальный базису e_1, e_2, e_3 . Тогда $\eta = \theta^3$. Вычисляем внешний дифференциал $d\theta^3$ по формуле $d\theta^k = -\sum_{i < j} C_{ij}^k \theta^i \wedge \theta^j$:

$$d\theta^3 = -\theta^1 \wedge \theta^2$$

Для нахождения параконтактной метрической структуры, необходимо найти аффинор φ , который удовлетворяет следующим условиям $\varphi^2|_D = 1$ и $d\eta(\varphi X, \varphi Y) = -d\eta(X, Y)$.

Все решения легко находятся. Берем произвольную матрицу

$$\varphi|_D = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

и находим ее элементы из условий $\varphi^2|_D = 1$ и $d\eta(\varphi X, \varphi Y) = -d\eta(X, Y)$. В результате получаем три решения, причем третье отличается только знаком от второго:

$$\varphi|_D = \begin{pmatrix} a & b \\ -\frac{a^2-1}{b} & -a \end{pmatrix}$$

$$\varphi|_D = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ c & -1 \end{pmatrix}, \quad \varphi|_D = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ c & 1 \end{pmatrix}$$

Поэтому матрица метрического тензора имеет блочный вид, где верхний 2×2 блок является произведением матрицы 2-формы $-d\eta$ и матрицы $\varphi|_D$. Таким образом получаем метрический тензор параконтактной структуры. Три варианта:

$$g = \begin{pmatrix} -b & a & 0 \\ a & -\frac{a^2-1}{b} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$g = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad g = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Далее находим геометрические характеристики. Приведем результаты для первой метрики.

Кривизна ненулевая. Скалярный квадрат тензора кривизны имеет вид:

$$R^2 = (11a^8\beta^4 - 24a^6b\alpha^2\beta^2 + 12a^6b\beta^3 - 44a^6\beta^4 + 16a^4b^2\alpha^4 - 16a^4b^2\alpha^2\beta + 72a^4b\alpha^2\beta^2 + 2a^4b^2\beta^2 - 36a^4b\beta^3 + 66a^4\beta^4 - 32a^2b^3\alpha^2 - 24a^2b^3\alpha^2 + 32a^2b^3\alpha^2\beta - 72a^2b\alpha^2\beta^2 + 12a^2b^2\beta - 4a^2b^2\beta^2 + 36a^2b\beta^3 - 44a^2\beta^4 + 16b^2\alpha^4 + 24b^3\alpha^2 - 16b^2\alpha^2\beta + 24b\alpha^2\beta^2 + 11b^4 + 2b^2\beta^2 - 12b\beta^3 + 11\beta^4)/(4b^4)$$

Тензор Риччи Ric и оператор RIC тензора Риччи ($Ric(X, Y) = g(X, RIC(Y))$):

$$Ric = \begin{bmatrix} \frac{(a^2-1)(a^4\beta^2 + 2a^2b\alpha^2 - 2a^2\beta^2 - 2b\alpha^2 - 2b^2 + \beta^2)}{2b^3}, \\ \frac{a(a^4\beta^2 + 2a^2b\alpha^2 - 2a^2\beta^2 - 2b\alpha^2 - b^2 + \beta^2)}{2b^2}, -\frac{\alpha\beta(a^2-1)^2}{b^2} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a(a^4\beta^2 + 2a^2b\alpha^2 - 2a^2\beta^2 - b^2 - 2b\alpha^2 + \beta^2)}{2b^2}, \\ \frac{a^4\beta^2 + 2a^2b\alpha^2 - b^2 - 2b\alpha^2 + 2b\beta - \beta^2}{2b}, \\ -\frac{\alpha\beta(a^2-1)}{b} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{\alpha\beta(a^2-1)^2}{b^2}, -\frac{\alpha\beta(a^2-1)}{b}, \frac{(a^2\beta + b - \beta)(a^2\beta - b - \beta)}{2b^2} \end{bmatrix}$$

$$RIC = \begin{bmatrix} -\frac{a^4\beta^2 + 2a^2b\alpha^2 - 2a^2\beta^2 - b^2 - 2b\alpha^2 + \beta^2}{2b^2}, 0, -\frac{\alpha\beta(a^2-1)^2}{b^2} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{\alpha\beta(a^2\beta + b - \beta)}{b}, \frac{a^4\beta^2 - 2a^2b\alpha^2 + 2a^2b\beta + 2a^2\beta^2 + b^2 + 2b\alpha^2 + \beta^2}{2b^2}, -\frac{\alpha\beta(a^2-1)}{b} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\alpha\beta(a^2-1)}{b}, 0, \frac{(a^2\beta + b - \beta)(a^2\beta - b - \beta)}{2b^2} \end{bmatrix}$$

Скалярная кривизна:

$$S = \frac{a^4\beta^2 - 4a^2b\alpha^2 + 2a^2b\beta - 2a^2\beta^2 + 4b\alpha^2 + b^2 - 2b\beta + \beta^2}{2b^2}.$$

Литература и источники

1. Суворова Ю.П. Левоинвариантные параконтактные структуры на трехмерных группах Ли. Выпускная квалификационная работа. 2020 г. ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». 58 с.
 2. Goze M., Remm E. Contact and Frobeniusian forms on Lie groups. Diff. Geom. Appl. V. 35 (2014) P. 74–94
- Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Смоленцев Н.К., ФГБОУ ВПО «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 [4]. В последнее время наблюдается значительный интерес к параконтактным структурам: [3], [7]. 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 четырехмерных симплектических групп Ли и вычисление их геометрических характеристик.

Пусть M – контактное многообразие с контактной формой θ , g – если для любых векторных полей X, Y выполняется равенство $g(\Phi(X), \Phi(Y)) = -g(X, Y) + \theta(X)\theta(Y)$. Параконтактной метрической структурой будем называть четверку (θ, ζ, Φ, g) , где ζ – поле Рибба, g – псевдориманова метрика на M , Φ – аффинор на M , для которых имеют место следующие свойства:

1) $\Phi^2 = E - \theta \otimes \zeta$, 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}, ω) , 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 левоинвариантной 1-формой dt , дуальной к полю Рибба $\xi = d/dt$.

В работе были рассмотрены некоторые вещественные разрешимые неабелевы четырехмерные симплектические алгебры Ли из классификации, приведенной в работе [6], а именно \mathfrak{rh}_3 , $\mathfrak{rr}_{3,0}$, $\mathfrak{rr}_{3,-1}$, $\mathfrak{rr}'_{3,0}$, \mathfrak{r}'_2 , \mathfrak{n}_4 , $\mathfrak{r}_{4,0}$, $\mathfrak{r}_{4,-1}$, $\mathfrak{d}_{4,1}$, $\mathfrak{d}_{4,2}$.

На всех рассмотренных группах построены параконтактные структуры (θ, ζ, Φ, g) : $\theta = \theta_5$ – контактная 1-форма, $\zeta = e_5$ – поле Рибба и $d\theta = \omega$.

Для построения на алгебре Ли с заданной на ней симплектической структурой ω_1 паракэлэровой структуры нужно найти оператор $P = (\psi_{ij})$, удовлетворяющий условию интегрируемости: $N_{ij}^k = \sum_{s,r=1}^4 \psi_{si} \psi_{rj} C_{sr}^k - \psi_{kr} \psi_{si} C_{sj}^r - \psi_{ks} \psi_{rj} C_{ir}^s + C_{ij}^k = 0$, где N_{ij}^k – компоненты тензора Нейенхейса и, кроме того, оператор P должен обладать следующими свойствами:

- 1) $\omega(PX, PY) = -\omega(X, Y)$, $\sum_{s,r=1}^4 \omega_{sr} \psi_{si} \psi_{rj} + \omega_{ij} = 0$.
- 2) $P^2 = E$, $\sum_{s=1}^4 \psi_{ir} \psi_{rj} = \delta_{ij}$.

Таким образом, для нахождения P необходимо решить три системы уравнений.

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 получаем все возможные паракэлэровы структуры, заданные в виде матриц $P = (\psi_{ij})$.

Рассмотрим процедуру построения параконтактной метрической структуры на примере алгебры Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$. Алгебра Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$ задана ненулевыми скобками Ли $[e_1, e_2] = e_3$, $[e_4, e_3] = e_3$, $[e_4, e_1] = e_1$. На ней заданы две симплектические структуры $\omega_1 = e^1 \wedge e^2 - e^3 \wedge e^4$, $\omega_2 = e^1 \wedge e^2 - e^3 \wedge e^4 + e^2 \wedge e^4$. При центральном расширении данной алгебры Ли с симплектической структурой ω_1 добавляются ещё следующие ненулевые скобки Ли: $[e_1, e_2] = e_5$, $[e_3, e_4] = -e_5$, а для алгебры Ли с симплектической структурой ω_2 — $[e_1, e_2] = e_5$, $[e_3, e_4] = -e_5$, $[e_2, e_4] = e_5$.

Для алгебры Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$ с заданной на ней симплектической структурой ω_1 получается несколько паракэлэровых структур P . Приведем для примера одно из решений:

$$\begin{bmatrix} -1 & \frac{\psi_{42}^2}{\psi_{43}} & \psi_{42} & \frac{\psi_{42}(\psi_{44} + 1)}{\psi_{43}} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{\psi_{42}(\psi_{44} + 1)}{\psi_{43}} & -\psi_{44} & -\frac{\psi_{44}^2 - 1}{\psi_{43}} \\ 0 & \psi_{42} & \psi_{43} & \psi_{44} \end{bmatrix}$$

Поскольку аффином переводит вектор ζ в нуль и оставляет инвариантным четырёхмерное пространство, то оператор P определяет аффином Φ на центральном расширении алгебры Ли.

Таким образом мы получили параконтактные структуры (θ, ζ, Φ, g) на алгебре Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$ с заданной на ней симплектической структурой ω_1 . Метрический тензор g , соответствующий приведенному выше аффиному Φ определяется формулой: $g(X, Y) = -d\theta(X, \Phi Y) + \theta(X)\theta(Y)$

Вычислены тензоры кривизны и Риччи этой метрики. Оказалось, что во всех случаях оператор Риччи имеет два собственных числа: $\frac{1}{2} - \frac{3}{2}\psi_{43}$ кратности 4 и -1, которое относится к собственному подпространству $\mathbf{R}\zeta$.

Рассмотрим алгебру Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$ с заданной на ней симплектической структурой ω_2 . Построим паракэлэрову структуру P . Из условия интегрируемости и свойств оператора P получаем несколько возможных паракэлэровых структур, заданных в виде матриц $P = (\psi_{ij})$. Получим из них матрицы аффинора Φ добавлением нулевой строки и нулевого столбца. В качестве примера приведём одно из решений:

$$\Phi := \begin{bmatrix} -1 & \psi_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \psi_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Таким образом мы получили параконтактные структуры (θ, ζ, Φ, g) на алгебре Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$ с заданной на ней симплектической структурой ω_2 .

Параконтактные структуры на алгебре Ли $\mathfrak{d}_{4,1}$ с заданной на ней симплектической структурой ω_2 не обладают теми же свойствами, что и параконтактные структуры с симплектической структурой ω_1 . Чтобы выделить общие свойства параконтактных метрических структур, необходимо провести более подробное исследование их характеристик.

Литература и источники

1. Смоленцев, Н.К. О парасасакиевых структурах на пятимерных алгебрах Ли / Н.К. Смоленцев, И.Ю. Шагабудинова // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2021. – № 69. – С. 37-51.
2. Шагабудинова, И.Ю. Параконтактные структуры на пятимерных группах Ли / И.Ю. Шагабудинова // Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Образование, наука, инновации - вклад молодых исследователей», Кемерово, 2020. с.208-210.
3. 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
4. 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: 05.09.2019 г.).
5. Smolentsev, N. K. Invariant pseudo-Sasakian and K-contact structures on seven-dimensional nilpotent Lie groups. / N. K. Smolentsev // SCIENCE EVOLUTION. – 2017. – vol. 2, no. 1: p. 91 – 99.
6. Ovando, G. Four dimensional symplectic Lie algebras [Электронный ресурс] / Gabriela Ovando // Beiträge zur Algebra und Geometrie (Contributions to Algebra and Geometry). – 2006. – Vol. 47 (2). – P. 419-434. – Электрон. данные. – Режим доступа : <http://arxiv.org/abs/math/0407501v1>. (Дата обращения: 05.09.2019 г.).
7. 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»

УДК 517.2, 517.3

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА «АЛИСА»

Якубович М.Е.

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

Смартфоны стали неотъемлемой частью жизни человека. С помощью телефона можно выполнять различные операции начиная с поиска информации и заканчивая какими-то конкретными действиями, например заказом билетов или управлением умным домом. Спрос на естественное для человека, голосовое взаимодействие со смартфоном при поиске информации и управлении различными онлайн сервисами, создал предпосылки для появления голосовых помощников. С помощью голосовых ассистентов можно узнавать погоду, заказывать еду, строить маршруты и выполнять множество других действий. Современные голосовые помощники, такие как Siri или Алиса, как правило уже предустановлены на смартфонах. Голосовые помощники осуществляют диалог с пользователем и выполняют те или иные операции используя так называемые «навыки». Навык – это программа, реализующая некий специализированный диалог, осуществляющий действия, для выполнения которых он и разрабатывается. В настоящее время существует множество доступных специализированных навыков, которые реализуют различные функции смартфона [1].

Цель настоящей работы – создание математического навыка голосового помощника «Алиса». Этот навык предназначен для устного диалога на математическом языке. При этом у пользователя должны иметься базовые знания в области математики. Этот навык нужен для того, чтобы помочь пользователю вспомнить некоторые важные понятия, формулы, теоремы высшей и элементарной математики.

Для создания навыка голосового помощника «Алиса», необходимо выбрать средство его реализации. В настоящее время разработчикам доступно несколько конструкторов навыков, которые позволяют решать те или иные задачи.

В качестве средства разработки рассматривались следующие конструкторы:

- Aimylogic [2]
- Verter [3]
- Pipe.bot [4]
- Dialogflower [5]

С помощью конструктора Aimylogic можно создавать умные боты, которые обзванивают клиентов, принимают заказы на сайте, работают во всех мессенджерах и голосовых ассистентах. Его преимущества – это визуальность, программируемость, обладание функцией NLP (Natural Language Processing). Основным минусом является в том, что этот конструктор платный.

Конструктор Verter – специальный онлайн-сервис, который позволяет создавать навыки Алисы пользователю, не обладающему навыками программирования.

Конструктор Pipe.bot – это конструктор для создания ботов в Telegram, Facebook, Viber и помощников в Алисе. Он предназначен для создания самых простых навыков. Его преимущества: бесплатный, визуализированный, подходит больше для чат-ботов. Минус – недостаточно удобен в использовании для создания сложных навыков.

Конструктор Dialogflower – это продукт от Google, навыки в нём создаются без серверов и программирования. Минусы: сайт конструктора написан на английском языке, вся документация также на английском, что усложняет его освоение и работу с ним. Конструктор не поддерживает визуальных средств построения диалогов.

Для наших целей был выбран конструктор «Verter». Его преимущества состоят в следующем:

- конструктор «Verter» распространяется на безвозмездной основе;
- он прост при самостоятельном изучении и при разработке и создании диалога;
- конструктор поддерживает вопросно-ответную форму диалога пользователя с Алисой. У каждого ответа, может существовать несколько вариантов вопросов, а также возможность задать подсказки, направляющие пользователя по конкретному сценарию;

- конструктор «Verter» не использует языков программирования. Он позволяет пользователям создать и расширить возможности голосового помощника с помощью простой последовательности действий.

Для создания навыка с помощью конструктора «Verter» нужно сначала заполнить настройки навыка в интерфейсе «Яндекс.Диалоги» [6]. Для настройки необходимо произвести следующие операции.

- Создаётся диалог и выбирается «Навык в Алисе». Необходимо задать название навыка, оно должно содержать от 2 слов быть уникальным и не общепринятым.
- Поле «Webhook URL», в котором содержится доменное имя конструктора (в нашем случае – это ссылка на расположение конструктора «Verter») заполняется после регистрации в конструкторе.
- Выбирается диктор. В нашем случае был выбран голос под названием «Алиса».
- Задаётся тип доступа: «Публичный» или «Приватный». Приватный доступ – это настройка, которая разрешает не показывать навык в каталоге пользователю. Это сделано для того, чтобы можно было протестировать навык в действии, не открывая доступ к диалогу для пользователя. Сначала, для разработки диалога, задаётся тип доступа «Приватный».

Заполняется, ещё несколько обязательных и необязательных полей, таких как «Имя разработчика», «Категория навыка» и пр.

После создания навыка на платформе «Яндекс.Диалоги», производится начальная настройка на сайте конструктора «Verter». Прежде, чем начать настройку диалога нужно зарегистрироваться на сайте конструктора и подключить Webhook к навыку Алисы. После этого можно перейти в окно «Вопрос-ответ» конструктора и начать создавать диалог.

Разрабатываемый навык называется «Вспомни Матан». Начинается диалог с приветственного сообщения пользователю. Затем разъясняется предназначение навыка. Заканчивается приветственная фраза вопросом, чтобы направить пользователя. Основные разделы навыка представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Основные разделы навыка «Вспомни Матан».

Разрабатываемый диалог предполагает в основном устные ответы на задаваемые вопросы, однако по запросу, у пользователя есть возможность получить ответ в виде изображения формулы либо текста на экране. При выборе раздела поясняются правила задания вопроса в данном разделе, используемые обозначения, имена переменных. Например, при выборе раздела «Тригонометрия», поясняется что в нём можно ознакомиться с тригонометрическими формулами и что аргументы формул нужно называть «альфа» и «бета». Имена переменных, названия теорем и формул, используемые в навыке, выбраны в соответствии с наиболее распространённым пособием по математическому анализу [7]. Допустимы, также вопросы без обозначения переменных. Например, на вопрос «Синус суммы» последует ответ «Синус на косинус плюс косинус на синус», которого будет достаточно тем, кто знал, но забыл. При выборе раздела используется фразы типа «Выбери тригонометрию» или «Открой таблицу производных», предусмотрено несколько форм запроса на переход в тот или иной раздел. Вопрос по любому разделу может быть задан и без предварительного выбора раздела.

На настоящий момент навык находится в стадии разработки и функционирует в тестовом режиме. Часть разделов реализована полностью, часть разделов дополняется. Дополняются и дорабатываются варианты вопросов и ответов, изображения формул.

Литература и источники

1. Официальный сайт голосового конструктора «Алиса». URL: <https://dialogs.yandex.ru/store/> (дата обращения 24.03.2021)
2. Официальный сайт конструктора Aimylogic. URL: <https://aimylogic.com/> (дата обращения 25.03.2021)
3. Официальный сайт конструктора Verter. URL: <https://verter.online/> (дата обращения 25.03.2021)
4. Официальный сайт конструктора Pipe.bot. URL: <https://ru.pipe.bot/> (дата обращения 25.03.2021)
5. Официальный сайт конструктора Dialogflower. URL: <https://dialogflower.com/> (дата обращения 25.03.2021)
6. Официальный сайт Яндекс.Диалоги. URL: <https://dialogs.yandex.ru> (дата обращения 29.03.2021)
7. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. Учебное пособие – 21-е издание, стер. / Б.П. Демидович. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 624 с.
Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Борисов В.Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.6

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУБГРАДИЕНТНЫХ И КВАЗИНЬЮТОНОВСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Архипенко В.И.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

metablcb@gmail.com

На данный момент существует большое количество численных методов для решения задач оптимизации. Для задач высокой размерности актуальна проблема выбора более оптимального по времени вычисления метода. В данной статье мы рассмотрим и сравним квазиньютоновские и релаксационные субградиентные методы с целью выявления наиболее подходящего и эффективного.

Суть квазиньютоновских методов заключается в восстановлении матрицы вторых производных функции по значениям ее градиентов на траектории спуска для целей формирования направления спуска. В релаксационных субградиентных методах суть заключается в формировании направления спуска и субградиента в процессе работы метода. Квазиньютоновский метод имеет структуру, в которую встраивается процедура пересчета матриц. В релаксационных субградиентных методах также определена структура, куда встраивается процедура решения неравенств, которая основана на алгоритме обучения.

Для решения задач с большой размерностью будем рассматривать следующие методы:

1. Релаксационный субградиентный метод с растяжением пространства в направлении субградиента (МРП) [1].
2. Алгоритм с растяжением пространства в направлении разности последовательных субградиентов (r -алгоритм) – представитель однорангового семейства релаксационных субградиентных методов с растяжением пространства ($r_{OM}(\alpha)$) [1].
3. Субградиентный метод с растяжением-сжатием пространства ($ry-v_{OM}(\alpha)$).
4. Квазиньютоновский метод минимизации с формулой BFGS (КНМ) [2].
5. Квазиньютоновский метод минимизации на основе двухшагового алгоритма обучения (КНМР) [1].

Рассмотрим систему неравенств для определения направления спуска

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in R^n}$$

$$x_{i+1} = x_i - \gamma_i s_{i+1}, \gamma_i = \arg \min_{\gamma} f(x_i - \gamma s_{i+1}), s_{i+1} \in S(\partial_{\varepsilon} f(x_i)) \quad (1)$$

где множество $S(G)$ является множеством решений множества неравенств:

$$(s, g) \leq 0, \forall g \in G \quad (2)$$

Одномерная минимизация имеет вид:

$$OM(\{x, s, g_x, f_x, h_0\}; \{\gamma_m, f_m, g_m, \gamma_1, g_1, h_1\}).$$

Приведем общую схему алгоритма минимизации.

1. Задать начальные параметры H_0 , начальное приближение $x_0 \in R^n$, начальный шаг одномерного спуска h_0 . Положить $i = 0, g_0 = g_0^0 \in \partial f(x_0), f_0 = f(x_0), s_0 = s_0^0 = 0$
2. Сделать шаг метода решения неравенств используя субградиент g_i , который предназначен для метода решения неравенств, $g_{i+1}^0 = V(s_i, g_i^0, H_i), H_{i+1} = H(g_i^0, H_i)$ и вычислить окончательно направление спуска с помощью субградиента g_i ,

- предназначенного для получения направления спуска из текущего приближения минимума $s_{i+1} = \mathcal{V}_{\gamma_{i+1}, g_i, H_{i+1}}(\rho_{i+1}, g_i, H_{i+1})$
3. Произвести одномерный спуск $OM(\{x_i, p_{i+1}, g_i, f_i, h_i\}; \{\gamma_{i+1}, f_{i+1}, g_{i+1}, \rho_{i+1}, g_{i+1}, h_{i+1}\})$ вдоль нормированного направления спуска $p_{i+1} = q(s_{i+1}, H_{i+1})s_{i+1}$, где $q(s_{i+1}, H_{i+1})$ – нормировочный множитель. Вычислить приближение точки минимума $x_{i+1} = x_i - \gamma_{i+1}p_{i+1}$.
 4. Если выполнен критерий останова, следует закончить вычисления.
 5. Положить $i = i + 1$, вернуться на пункт 2.

Для проведения вычислений была написана программа. Блок входных параметров программы включает в себя:

5. Точки текущего приближения минимума x ;
6. направления спуска $s, g_x \in \partial f(x), f_x = f(x)$;
7. начального шага h_0 .

Блок выходных параметров состоит из:

1. γ_m – шаг в точку полученного приближения минимума $x^+ = x - \gamma_m s, f_m = f(x^+), f_m = f(x^+), g_m \in \partial f(x^+)$;
2. γ_1 – шаг вдоль s , такой, что в точке $y^+ = x - \gamma_1 s$ для $g_1 \in \partial f(y^+)$ выполняется неравенство $(g_1, s) \leq 0$;
3. h_1 – начальный шаг спуска для следующей итерации.

Векторы $g_1 \in \partial f(y^+)$ используются для решения множества неравенств, а точки $x^+ = x - \gamma_m s$ как точки приближений минимума.

Для проведения сравнения были рассмотрены следующие функции:

- 1) $f_1(x) = (\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot i)^r, x_0 = (1, 1, \dots, 1), r = 2$
- 2) $f_2(x) = \sum_{i=1}^{n-1} [1000(x_i - x_{i+1})^2 + (1 - x_{i+1})^2], x_0 = (0, \dots, 0), x^* = (1, \dots, 1), f^* = 0$
- 3) $f_3(x) = \max_{1 \leq i \leq n} (|x_i| i^3), x_0 = (10/1, 10/2, \dots, 10/n)$

Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Функции n=1000	Точность ε	Методы				
		Количество вычислений функции и градиента (субградиента)				
		$r_{OM}(\alpha)$	МРП	$ry-v_{OM}(\alpha)$	КНМ	КНМР
$f_1(x)$	10^{-10}	921	1688	217	3059	1792
$f_2(x)$	10^{-5}	2179	541	304	2116	1234
$f_3(x)$	10^{-4}	40738	18088	26722		

Все методы получили решение. Изучаемые субградиентные методы негладкой оптимизации показывают высокую эффективность при решении задач оптимизации большого

размера и могут конкурировать по эффективности с квазиньютоновскими методами на гладких функциях.

Литература и источники

1. Демьянов В.Ф., Васильев Л.В. Недифференцируемая оптимизация. М.: Наука, 1981.
 2. Крутиков В.Н. Новый релаксационный субградиентный метод с изменением метрики // Вестник КемГУ. Кемерово, 2001. Вып. 4. С. 16-22.
- Научный руководитель – д.т.н., профессор Крутиков В.Н., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 519.86

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Баннов Я.С., Калинин В.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
yakovbannov@gmail.com, Mineralist110@list.ru

Люди есть ценность и сила любого государства и региона. Чтобы осваивать территории, строить новые населённые пункты, необходимо привлекать людей путем предоставления им возможностей свободной реализации проектов и привлечением инвестиций. В данной работе рассматривается регион Кемеровская область - Кузбасс, оптимальный путь развития которого необходимо определить с помощью математических методов.

Под устойчивым развитием будем понимать сбалансированный процесс экономических и социальных изменений, который стимулирует рост экономики, улучшение экологической обстановки, а также сможет дать возможности и ресурсы для нового и нынешнего поколений.

Кемеровская область – субъект Российской Федерации, который входит в состав Сибирского федерального округа.

Во времена индустриального развития было много больших производств вокруг богатых недр сибирской земли. Однако со временем производство теряло масштабы, и многие производства были закрыты. Также появилось много проблем из-за экологии и заболеваний, связанных с загрязнённым воздухом, что негативно сказалось на производственных мощностях.

Такие тенденции закрытия предприятий, развития проблем с экологией и другие факторы вызывают дефицит рабочих мест, что повышает отток населения из Кемеровской области. Данный факт не может не натолкнуть на мысль о необходимости изменения некоторых векторов и дифференцирования некоторых направлений развития региона.

В данной работе, используя математические методы, мы рассмотрим возможность построения оптимального вектора развития Кемеровской области.

Было принято решение использовать показатели развития региона с сайта федеральной службы государственной статистики. 25 сентября 2015 года государства-члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Она содержит ряд целей, направленных на ликвидацию нищеты, сохранение ресурсов планеты и обеспечение благополучия для всех [1].

Из каждой цели устойчивого развития (ЦУР) было выбрано по одному критерию для дальнейшей обработки (таблица 1).

Таблица 1. ЦУР/критерии

ЦУР	Критерии
Ликвидация нищеты	Доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, в % от общей численности населения
Ликвидация голода	Продукция сельского хозяйства в фактически действовавших ценах, млн. рублей
Хорошее здоровье и благополучие	Умершие от всех причин (от болезней)
Качественное образование	Число общеобразовательных учреждений
Чистая вода и санитария	Сброс сточных, транзитных и других вод в поверхностные водные объекты по бассейнам рек
Недорогая и чистая энергия	Все выбросы от производств
Достойная работа и экономический рост	Валовой региональный продукт (валовая добавленная стоимость)
Индустриализация, инновации и инфраструктура	Число предприятий и организаций
Устойчивые города и населенные пункты	Жилищный фонд, всего, млн. м ²
Ответственное потребление и производство	Доход/расход
Борьба с изменением климата	Земли особо охраняемых территорий
Сохранение морских экосистем	Текущие затраты на охрану окружающей среды
Сохранение экосистем суши	
Мир, правосудие и эффективные институты	Зарегистрировано преступлений – всего

В качестве управляющего параметра модели устойчивого развития региона взяты расходы бюджета Кемеровской области с 2006 по 2019 годы по отдельным статьям: общегосударственные вопросы, национальная безопасность и правоохранительная деятельность, национальная экономика жилищно-коммунальное хозяйство, охрана окружающей среды, образование, культура, кинематография, здравоохранение, социальная политика, физическая культура и спорт, средства массовой информации.

Статистические данные были собраны с электронных ресурсов – Федеральной службы государственной статистики, ЕМИСС, государственной статистики, электронного фонда правовых и нормативно-технических документов и сайта администрации правительства Кузбасса.

В ходе работы было принято решение использовать методы теории оптимальных дискретных процессов, для поиска решения в полученной модели – динамическое программирование в дискретных системах и дискретный принцип максимума.

При моделировании многих прикладных задач возникают так называемые дискретные процессы – процессы, состояние которых измеряется или доступно измерению только в дискретные моменты времени [2].

Дискретная задача оптимального управления состоит в том, чтобы для заданного начального состояния среди всех последовательностей допустимых управлений найти такую последовательность и соответствующую ей траекторию, которые доставляют наименьшее значение критерию оптимальности

Сложные управляемые системы характеризуются наличием нескольких целей, отражающих желательное состояние системы в целом. В качестве примера подобных систем можно привести работу нескольких взаимосвязанных аппаратов, когда эффективность работы каждого оценивается своим критерием, или работу одиночного аппарата в различных условиях, например, при разных составах сырья, причем для каждого состава критерий качества работы аппарата различен.

Подводя итог можно подчеркнуть, что благодаря мат. моделям устойчивого развития, где в роле фазовых переменных выступают наши показатели ЦУР, а в роли управлений — расходы бюджета. Получим оптимальный путь развития региона Кемеровская область – Кузбасс.

Литература и источники

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий ФСГС. – М.: Фед. служ, гос. стат. 1999. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/sdg/data>.
2. Данилов, Н. Н. Основы математической теории оптимальных процессов: учеб. пособие / Н.Н. Данилов, В. В. Мешечкин – Л.: КемГУ, 2004. – 218 с.
Научный руководитель – к.ф.-м.н. Чернова Е. С., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ МОНОГОРОДОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. ПРОКОПЬЕВСК)

Герасимов В.Г., Коваленко С.Т.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
vyacheslav2609@mail.ru, perfice.te42@yandex.ru

В данной статье рассматривается экономическое положение моногородов Кемеровской области, как процесс с точки зрения связей с уровнем жизни населения и другими социально-экономическими показателями в Кузбассе, на примере г. Прокопьевск.

Кемеровская область на текущий момент является лидером в Российской Федерации по количеству монопрофильных муниципальных образований, входящих в состав субъекта Российской Федерации.

Для изучения динамики изменений экономических факторов в исследовании были использованы методы статистического анализа. Рассматривались следующие экономические факторы: объем отгруженных товаров (добычи полезных ископаемых и обрабатывающих производств), объем розничной торговли, количество прибыльных предприятий, индекс безработицы. Также было изучено воздействие на факторы изменения расходов муниципального бюджета по основным статьям расходов: «Общегосударственные вопросы», «Национальная экономика», «Образование», «Культура и кинематография», «Здравоохранение», «Социальная политика».

На основе полученных зависимостей была построена модель оптимального управления, позволяющая определить наиболее эффективное распределение бюджетных отчислений с целью достижения благоприятной экономической ситуации в муниципальном образовании. Построенные модели могут быть использованы в будущем органами муниципальной власти при разработке программ стратегического развития муниципальных образований Кузбасса.

На сегодняшний день в Российской Федерации насчитывается 319 моногородов, в которых проживает 25% населения [1]. Из общего числа моногородов только 71 (22%) признаны монопрофильными муниципальными образованиями со стабильной социально-экономической ситуацией. Моногород – это поселение, организации или жители которого неспособны своими силами компенсировать риски внешней экономической среды, исключая возможность устойчивого развития этого населённого пункта.

В Кузбассе проблема моногородов наиболее актуальна, так как все города, кроме столицы региона – Кемерово, являются таковыми. В моногородах Кемеровской области проживает порядка 70% населения области, их промышленность завязана на угольной промышленности, металлургии, химической промышленности.

В данной работе исследовалось экономическое положение моногорода с помощью математического моделирования. Для построения математической модели управления

распределением бюджетных средств были построены уравнения авторегрессии, где в качестве зависимых переменных используются фазовые переменные – социально-экономические показатели. Доли расходов бюджета по основным разделам рассматриваются, в качестве факторов модели. Построенные уравнения авторегрессии выступают в качестве уравнений динамики, где T – конечный момент времени (конец планового периода):

$$x_i(t) = f^i(x_i(t-1), u(t)), i = 1, \dots, n, t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

Вектор $x = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ рассматривается, как фазовое состояние системы, вектор управлений – $u = (u_1, \dots, u_m)$, $x_i(0) = x_i^0, i = 1, \dots, n$ – система в начальный момент времени.

Управляющие параметры имеют ограничения: сумма долей бюджета в различные сферы финансирования не может превышать единицы (2) и доли бюджетных отчислений в каждой из сфер находятся в определенном диапазоне значений (3).

$$\sum_{j=1}^m u_j(t) \leq 1, t = 1, \dots, T \quad (2)$$

$$\alpha_j \leq u_j(t) \leq \beta_j, j = 1, \dots, m, t = 1, \dots, T, \alpha_j = \min(u_j), \beta_j = \max(u_j), \quad (3)$$

Обозначим следующие социально-экономические показатели, в качестве зависимых переменных: $x_1(t)$ – объем отгруженных товаров добычи полезных ископаемых; $x_2(t)$ – объем отгруженных товаров обрабатывающих производств; $x_3(t)$ – объем розничной торговли; $x_4(t)$ – объем оборота продукции малых предприятий; $x_5(t)$ – количество прибыльных предприятий и организаций; $x_6(t)$ – индекс безработицы. Фазовые ограничения модели определяются следующим образом:

$$0 < x_i(t) \leq 1, i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T \quad (5)$$

Критерий качества имеет интегральный вид и является максимизацией экономического положения моногорода на всем рассматриваемом отрезке времени:

$$F(x(0), u(\cdot)) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n a_i x_i(t) \rightarrow \max_{u(\cdot) \in U} \quad (6)$$

где α_i – коэффициенты регрессии, $u(\cdot) = \{u(1), u(2), \dots, u(T)\}$ $u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_7(t))$ – допустимое управление системы (1), U – множество всех допустимых управлений, определяемое соотношениями (2)-(3).

Доли расходов бюджета по основным разделам рассматриваются, в качестве независимых переменных: $u_1(t)$ – "Общегосударственные вопросы"; $u_2(t)$ – "Национальная экономика"; $u_3(t)$ – "Жилищно-коммунальное хозяйство"; $u_4(t)$ – "Образование"; $u_5(t)$ – "Культура и кинематография"; $u_6(t)$ – "Здравоохранение"; $u_7(t)$ – "Социальная политика".

Ограничения на управления были выбраны из соответствующих минимальных и максимальных значений из статистических данных за 2011-2020 гг:

$$0.0286 \leq u_1(t) \leq 0.1387; 0.0677 \leq u_2(t) \leq 0.1298; 0.1794 \leq u_3 \leq 0.2626;$$

$$0.0454 \leq u_4(t) \leq 0.4129; 0.0575 \leq u_5(t) \leq 0.1391; \quad (7)$$

$$0.0131 \leq u_6(t) \leq 0.1397; 0.0814 \leq u_7(t) \leq 0.2216$$

$$\sum_{i=1}^7 u_i(t) \leq 1 \quad (8)$$

Полученные авторегрессионные соотношения в дальнейшем рассматриваются в качестве уравнений динамики модели оптимального управления:

$$x_1(t) = 0.1475 + 0.4296x_1(t-1) - 0.1818 \ln(u_4(t))$$

$$x_2(t) = 0.4508 - 0.1225 \ln(u_6(t))$$

$$x_3(t) = 0.3348 - 0.2106 \ln(u_4(t))$$

$$x_4(t) = 1.5068 - 1.0019x_4(t-1) - 0.0995 \ln(u_2(t)) - 0.1589 \ln(u_6(t)) + 0.1949 \ln(u_7(t))$$

$$x_5(t) = 0.5749 - 0.4743x_5(t-1) - 0.3562 \ln(u_1(t)) + 0.4467 \ln(u_2(t)) - 0.1070 \ln(u_4(t)) - 0.1401 \ln(u_6(t))$$

$$x_6(t) = 0.4661 - 0.8763x_6(t-1) + 0.8334 \ln(u_1(t)) - 0.1339 \ln(u_6(t))$$

$$t = 1, 2, \dots, T \quad (9)$$

В качестве начального состояния системы г. Прокопьевска рассматриваются значения фазовых переменных на момент 2018 года:

$$x_1(0) = 0.3971; x_2(0) = 0.5794; x_3(0) = 0.5695; x_4(0) = 0.9795; x_5(0) = 0.6526; x_6(0) = 1;$$

Построенная модель является дискретной задачей оптимального управления со свободным правым концом. Модельные расчеты поиска оптимального распределения бюджета проводились в пакете «Поиск решения» Microsoft Excel [2]. Расчеты были проведены для прошедшего времени 2019-2020гг, а так же для планового периода 2021-2022гг. Результаты оптимального распределения в сравнении с действительными данными по бюджетным отчислениям приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты расчетов распределения бюджета г. Прокопьевск по статьям расходов в сравнении с реальными данными на 2019-2020гг, тыс. руб.

Статья расходов	2019 г.		2020 г.	
	факт.	рассчит.	факт.	рассчит.
Общегосударственные вопросы	182 800,00	183 093,36	193 867,40	195 615,58
Национальная экономика	294 400,00	291 900,13	505 300,00	519 864,36
Жилищно-коммунальное хозяйство	550 100,00	518 657,56	1 253 705,90	1 205 976,05
Образование	952 700,00	873 643,85	2 608 358,70	2 373 988,88
Культура, кинематография, СМИ	374 900,00	372 617,01	390 350,00	388 571,93
Здравоохранение, физ.культура	41 000,00	40 421,35	273 356,60	272 792,27
Социальная политика	299 100,00	312 163,99	1 496 365,10	1 489 549,08

Таблица 2. Результаты расчетов распределения прогнозируемого бюджета г. Прокопьевск по статьям расходов в сравнении с данными планового бюджета на 2021-2022гг., тыс. руб.

Статья расходов	2021 г.		2022 г.	
	факт.	рассчит.	факт.	рассчит.

Общегосударственные вопросы	195 387,00	156 798,12	247 990,00	188 132,34
Национальная экономика	401 293,00	413 873,98	449 840,60	379 553,97
Жилищно-коммунальное хозяйство	1 467 787,00	984 584,90	1 407 462,30	1 139 166,19
Образование	2 271 437,30	1 956 483,07	2 350 218,20	1 992 416,99
Культура, кинематография, СМИ	378 370,80	315 711,40	383 971,00	357 873,52
Здравоохранение, физ.культура	264 433,00	219 994,94	264 158,00	245 913,24
Социальная политика	508 709,20	1 210 219,87	506 275,40	483 275,79

Результаты демонстрируют необходимость в 2019-2020 гг. снижения бюджетных отчислений в сферы ЖКХ, образования, культуры и кинематографии, а повышения – в сферы общегосударственных вопросов, социальной политики. В сфере здравоохранения рассчитанные значения получились близки к фактическим. В 2021г можно увидеть, что большая часть отчислений была перенаправлена на социальную политику из других сфер, можно сделать предположение, что это связано с пандемией covid-19.

Полученная модель может быть использована органами муниципальной власти при разработке программ стратегического развития городского округа.

Литература и источники

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gks.ru/>
2. Илюшина, О.С. Решаем задачи оптимизации в MicrosoftExcel / О. С. Илюшина // Планово-экономический отдел – 2012 г. - №11.
Научный руководитель – к.ф.-м.н. Чернова Е.С., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

УДК 004.942

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИВЫХ ТЕЧЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ерышкина Е.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
lisa2009_99@mail.ru

Пищевая промышленность основана на переработке материалов с реологическими свойствами, распознавание и идентификация которых обуславливают необходимость создания инновационных конструкций машин и аппаратов, выбора оптимальных уровней функционирования оборудования, технологических карт производства, интерпретация их в качестве контролируемых параметров при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами при непрерывном контроле качества продукции, а также позволяет рассчитать процессы течения пищевых масс в рабочих органах машин, судить о степени отклонения реологических свойств от оптимальных значений.

Целью работы является выявление оптимальной реологической модели, способной с требуемой или заранее заданной точностью описать свойства поведения кривых течения жидкостей, а также идентификация и анализ входящих в нее измеряемых и градуировочных характеристик [1].

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: построить кривые течения в координатах «напряжение сдвига/скорость сдвига», построить и рассчитать аппроксимационные модели неньютоновских реологических кривых, провести статистическую оценку адекватности и надежности построенных моделей, основываясь на расчете средней ошибки аппроксимации и среднеквадратического отклонения.

Наиболее традиционный метод изучения структурно-механических свойств пищевых материалов заключается в построении кривых кинетики деформации (кривых течения).

Для построения реограммы, или кривой течения, на основе данных, полученных экспериментально, принимаются координаты: напряжение сдвига (на оси y) – скорость сдвига (на оси x). Это обусловлено тем, что данные зависимости помогают идентифицировать характеристики вязкостных и прочностных свойств, таким образом, выявляют реологические свойства исследуемых пищевых сред, а также, в теории, являются группами упомянутой системы.

Напряжение сдвига – сила сопротивления тела относительно действия касательной составляющей прилагаемых усилий, что выражено отношением между самой силой и поверхностью сдвига. Существует величина предельного напряжения сдвига, выражающая движение слоев по площади сдвига, что характеризуется минимальной необходимой силой для перемещения. При изменении объема тела, но статичной форме выявляется всесторонне равномерное давление, однако при неизменном объеме форма меняется, что характерно для сдвига.

Изменение деформаций во времени называются скоростью деформации, в данном случае, сдвига.

Все существующие в мире жидкости подразделяются на два типа: ньютоновские и неньютоновские. Главное различие между ними заключается в том, что у ньютоновских жидкостей вязкость постоянна, а для неньютоновских жидкостей характерна переменная вязкость.

Жидкость – среда, которая поддается деформации (течению), при этом не зависит от коэффициента вязкости даже от небольшого взаимодействия. Это способствует выходу кривых из начала координат при построении реограммы.

На рисунке 1 отражены характерные реологические характеристики типовых структур в технологических системах пищевой промышленности.

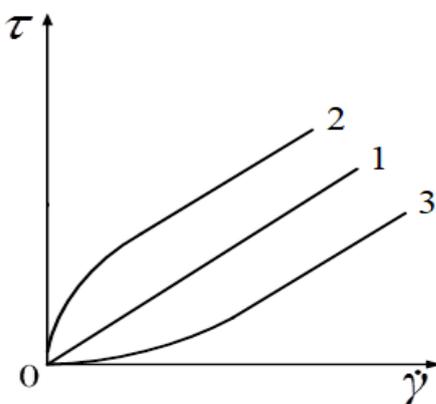


Рисунок 1. Кривые течения жидкостей:

1 - ньютоновская жидкость; 2 – дилатантное течение; 3 - псевдопластическое течение

Кривые течения (реограммы) ньютоновских жидкостей представляют собой прямую линию 1, проходящую через начало координат. Кривые течения 2 и 3, которые отклоняются от прямой линии, называют неньютоновскими жидкостями. Здесь при вариациях уровней скоростных сдвигов или напряжения сдвига коэффициент вязкости не постоянен.

Стоит отметить, что кривая 2 считается дилатантной, т.к. обладает особенностью: рост коэффициента вязкости при соответствующем росте напряжения сдвига.

В свою очередь, кривая 3 называется псевдопластической и отражает спад коэффициента вязкости при росте напряжения сдвига [2, 3].

Вискозиметры ротационного и капиллярного типа используются для экспериментального построения кривых течения широкого спектра материалов.

Функционирование ротационных вискозиметров базируется на процедуре сдвига материала, помещенного в зазор между двух, к примеру, цилиндрических, поверхностей, при этом одна из них находится в движении, в то время, как другая - статична.

Динамика кривой течения описывается в режиме реального времени построением графика в заявленных координатах «напряжение сдвига, скорость сдвига».

В таблице 1 приведены экспериментальные данные для построения реограммы неньютоновской жидкости, отображенной на рисунке 2.

Здесь общепринято обозначены напряжение сдвига τ и скорость сдвига $\dot{\gamma}$.

Таблица 1. Массив вход-выходных измерений для построения кривой течения

$\dot{\gamma}$, 1/с	1	1,8	3	5,4	9	16,2	27	48,6	72,9	81	145,7	243	437,4
τ , Па	30,389	31,519	33,264	39,013	54,824	84,05	98,4	116	124	127,1	143,5	162,975	198,85



Рисунок 2. Кривая течения неньютоновской жидкости

После получения кривой течения осуществляем моделирование течения исследуемой жидкости. Результатом моделирования является, рассчитанная статистически, оценка адекватности и надежности полученной модели, основанная на средней ошибке аппроксимации и среднеквадратическом отклонении. Рассчитываются метрологические характеристики вязкости пластических жидкостей, последовательным перебором выбирается модель с наименьшей ошибкой аппроксимации.

Построены и проанализированы переходные кривые течения молочной продукции. Рассчитаны аппроксимационные реологические модели: степенная модель Оствальда — де Вилля, предельная модель Шведова — Бингама, динамическая модель Гершеля — Балкли. Приведем, например, график степенной модели в соответствии с рисунком 3.

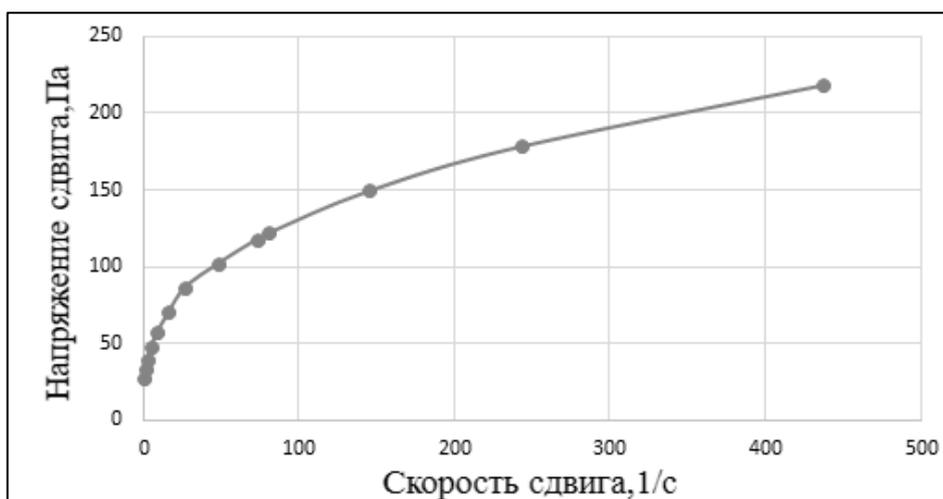


Рисунок 3. Переходная кривая степенной модели Оствальда — де Вилля

Оценивание адекватности и надежности построенной математической модели исследуется путем расчета среднеквадратического отклонения и средней ошибки аппроксимации. При этом, модель считают достоверной, репрезентативной, если средняя ошибка аппроксимации не превышает 8–10%.

Организации перебора предложенных моделей для репрезентативного описания динамики кривых течения жидкостей позволила рекомендовать модель Оствальда — де Вилля, с наименьшими: средней ошибкой аппроксимации равной 9,37% и средним квадратическим отклонением от исходного эмпирического массива измерительной информации.

Результаты данных исследований имеют практическую ценность.

Особенности математического моделирования реологических характеристик изложены в тезисах и приняты к публикации на IV Всероссийской научной конференции с международным участием «Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения» (Тольяттинский государственный университет, 20-22 апреля 2021 года.)

Литература и источники

1. Скоробогатов Д.Д., Инденко О.Н. Средства автоматизации математического моделирования реологических задач. // Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина". 2020. – С.235-239.
2. Кузнецов О.А., Волошин Е.В., Сагитов Р.Ф. Реология пищевых масс: Учебное пособие. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005 - 106 с.
3. Пирогов А. Н., Доня Д. В. Инженерная реология: Учебное пособие. - Кемерово: КТИПП, 2004. - 110 с.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Инденко О.Н., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 519.25

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СУИЦИДАЛЬНОГО РИСКА И РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ ПРЕВЕНЦИИ В ШКОЛЕ

Киндяков А.А.

**ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
c006781@yandex.ru**

По данным Федеральной службы государственной статистики за последние два десятилетия частота суицидов среди подростков составляет 16% от общего числа умерших по неестественным причинам [1]. Одним из возможных вариантов суицидальной превенции, т. е. предотвращения суицидов, является своевременная оценка школьным психологом уровня депрессии и ощущения безнадежности, возникающих в различных ситуациях, из которых подросток не видит выхода.

Для оценки суицидального риска использовался нечёткий подход [2]. Была построена двух уровневая иерархическая модель, которая на первом уровне иерархии была представлена тремя составляющими: эмоционально-регулятивный, когнитивно-оценочный, поведенческий компонент. Оценка каждого компонента проводилась через группу соответствующих методик. Поэтому задача разработки автоматизированной информационной системы (АИС), позволяющей осуществлять сбор, обработку и анализ данных является актуальной [3].

Данная автоматизированная программа должна представлять собой информационную систему (ИС) и соответствовать выдвигаемым требованиям. ИС должна осуществлять: систематизированный централизованный сбор и хранение данных; давать краткую психологическую характеристику учащегося; содержать группу алгоритмов, позволяющих осуществлять комплексную оценку суицидального риска и основных трёх его составляющих, реализованных с использованием аппарата теории нечетких множеств; выгружать отчёты в Microsoft Office.

На основании выше изложенных требований была разработана логическая модель ИС.

Первая часть модели ИС включает в себя базу данных, которая хранит:

- а) список используемых психологических тестов и методик для анкетирования;
- б) список анketируемых с информацией о них;
- в) ответы анketируемых;
- г) алгоритмический блок, содержащий алгоритмы, работающие на основе теории нечетких множеств;
- е) шаблоны для создания отчётов.

ER -диаграмма базы данных представлена на рисунке 1.

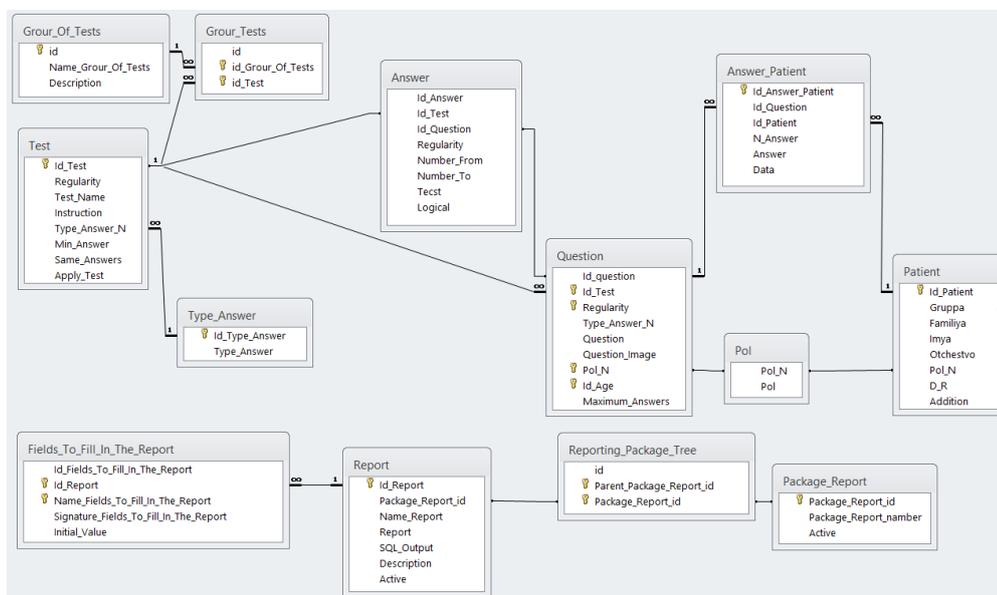


Рисунок 1. ER-диаграмма базы данных

Вторая часть модели ИС представляет собой интерфейс, который имеет 2 типа доступа: вход в качестве пользователя, предоставляющий возможность пройти тестирование, и вход в качестве администратора, предоставляющий возможности пользователя, а так же настройки

системы, создания шаблонов отчетов и вывода отчетов. Окно главного меню представлено на рисунке 2.

Главная

Файл

Автоматизированная система сбора данных для комплексной оценки суицидального риска и разработки стратегии превенции в школе

Войти под:

Идентификационным номером Идентификационный номер:

Регистрацией нового пользователя

Пройти тест анонимно

Учреждение/Группа(Класс):

Фамилия

Имя

Отчество

Дата рождения: Возраст: Пол: М Ж

Группы тестов/Список тестов/

Когнитивно-оценочный компонент

Поведенческий компонент

Эмоционально-регулятивный компонент

Начать тестирование

Режим администратора (Плк "admin") 4.2021

Рисунок 2. Окно главного меню

Работа информационной системы начинается с автоматизации процесса тестирования учащихся. Данная информация поступает в алгоритмический блок, где на основе группы нечётких алгоритмов осуществляется комплексная оценка основных трёх составляющих модели и оценка суицидального риска. В зависимости от задач, решаемых школьным психологом, в программе имеется возможность задать условия выбора: провести оценку только одной из компонент, двух любых компонент или провести полную оценку суицидального риска. Окно задания условий вывода отчётов представлено на рис.3.

Отчёт

Отчёт Открыть папку с отчётами Редактировать список пакетов Обновить список пакетов

Древо Список

- Общая оценка компонента
 - Оценка когнитивно-оценочного компонента
 - Оценка поведенческого
 - Оценка эмоционально-регулятивного компонента
- Совокупность комплексных оценок суицидального риска
 - Комплексная оценка суицидального риска
 - Комплексная оценка эмоционально-регулятивного компонента
 - Комплексная оценка когнитивно-оценочного компонента
 - Комплексная оценка поведенческого компонента

Общая оценка компонента	Название	Значение

Выгрузить отчёт в: MS Excel MS Word

Ошибки:

Рисунок 3. Окно задания условий вывода отчётов

Так же в зависимости от задачи исследования могут быть получены нечёткие оценки составляющих. При необходимости в программе имеется возможность корректировки основных точек функций принадлежности. При получении отчетной документации в программе реализована возможность выбора: вывода информации только в виде количественных значений компонент и их уровневых значений, а также возможность получения расширенного отчета, в виде психологического портрета испытуемого, построенного на основе результатов тестирования. Данная автоматизированная система позволит школьному психологу получать информацию для формирования траекторию профилактической работы со школьниками, попавшими в группы риска.

АИС работает на платформах Windows, начиная от Windows 7. Опрос учащихся может быть реализован как на одном компьютере, так и на нескольких компьютерах, соединённых локальной сетью. Автоматизированная информационная система получила свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ [4]

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ «Разработка стратегии суицидальной превенции в школе: комплексная оценка суицидальных тенденций, нечеткая модель, факторы риска развития, направления профилактики» №18-013-00210

Литература и источники

1. Хорошее здоровье и благополучие: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/sdg/data/goal3> (Дата обращения 01.04.2021)
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. / А. Пегат; пер. с англ. – 2-е изд. (эл.). – М., 2013. – 798 с
3. Апробация детского варианта Шкалы безнадежности на неклинической выборке российских подростков, обучающихся в разных образовательных учреждениях / Е. С. Каган, К. Н. Белогай, И. С. Морозова [и др.] // Экспериментальная психология. – 2020. – Т. 13. – № 2. – С. 210-223. – DOI 10.17759/exppsy.2020130214.
4. Киндяков А. А. Автоматизированная система сбора данных для комплексной оценки суицидального риска и разработки стратегии превенции в школе/А. А. Киндяков, Е. С. Каган, С. Г. Гутова, И. С. Морозова, К. Н. Белогай // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020666160, 04.12.2020. Заявка № 2020663112 от 26.10.2020

Научный руководитель — к.т.н., доцент Каган Е. С., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

УДК 517

МОДЕЛИРОВАНИЕ СУИЦИДАЛЬНОГО РИСКА ПОДРОСТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНЫХ УРАВНЕНИЙ

Колотова Н. А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

kolotova30@mail.ru

В настоящее время при моделировании сложных процессов для исследователей все чаще возникает проблема выявить характер латентных переменных, которые не могут быть наблюдаемы в явном виде и непосредственно измерены.

Структурное моделирование (Structural Equation Modeling) является мощным статистическим методом проверки и оценки причинно-следственных связей между структурами данных, исходя из их качественной причинности. SEM позволяет не только проверять и подтверждать гипотетические модели и конструкторы, но и развивать теории, разрабатывать методики исследования [4, 5].

В данной работе будет рассматриваться проблема комплексной оценки суицидального риска подростков. Для этой цели была построена трехуровневая иерархическая модель, которая на первом уровне иерархии была представлена тремя компонентами: эмоционально-регулятивным, когнитивно-оценочным и поведенческим. Оценка значений этих компонент осуществлялась на основании группы психологических методик и анкеты [2, 3].

Целью исследования является проверка возможности оценки суицидального риска трехкомпонентной моделью с использованием аппарата моделирования структурными уравнениями. Для этой цели на первоначальном этапе исследования необходимо провести эксплораторный и конфирматорный факторный анализ (ФА). Для проведения эксплораторного анализа применялась программа SPSS Statistics, для конфирматорного ФА и получение структурной модели использовалась программа SPSS AMOS.

В начале исследования был проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязей между компонентами модели, в ходе которого были получены корреляционные матрицы. Анализируя полученные данные корреляционного анализа, было обнаружено множество связей между показателями. Следовательно, можно предположить о наличии латентных переменных между компонентами. Для выявления таких переменных может применяться ФА. Первоначально предполагалось, что для оценки суицидального риска у подростков имеется три фактора (эмоционально-регулятивный компонент, когнитивно-оценочный компонент, поведенческий компонент). Проводя факторный анализ при различных методах вращения, выяснилось, что показатели, оценивающие уровень одиночества (Анкета) и отношение к жизненной ситуации (Куликов), не имеют ярко выраженных факторных нагрузок, поэтому они были исключены при дальнейшем исследовании, что позволило увеличить долю общей дисперсии. В результате эксплораторного анализа были выделены четыре фактора. Доля общей дисперсии составила 0,71 (71%), использовался метод вращения – Варимакс исходных [1]. Первым фактором, как и предполагалось, является эмоционально-регулятивный компонент. В него вошли ряд показателей методики Куликова (удовлетворенность/неудовлетворенность жизнью, тревога, неустойчивость эмоциональная тонус, образ себя), а также уровень депрессии (Бек). В данный фактор не попал показатель, оценивающий уровень безнадежности (ДШБ). Второй фактор состоит из показателей, описывающих когнитивно-оценочный компонент, таких как вера в возможность решения проблем, ответственность перед семьей, моральные причины, страх суицида, страх социального неодобрения. Третий фактор составили показатели, входящие в поведенческий компонент, а именно стратегия поиска социальной поддержки (Амирхан) и стратегия разрешения проблем (Амирхан), переменная, оценивающая стратегию избегания проблем (Амирхан) не вошла в фактор. Помимо трех составляющих, предложенных психологами, был выявлен еще один фактор, состоящий из показателей уровня безнадежности (ДШБ) и стратегии избегания проблем (Амирхан). Для определения взаимосвязей между факторами был проведен корреляционный анализ, в ходе которого статистически значимых связей между показателями не выявлено. Полученные факторные нагрузки показаны в таблице 1.

Таблица 1. Факторные нагрузки

Показатель	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Удовлетворенность/неудовлетворенность жизнью (Куликов)	0,91			
Тревога (Куликов)	0,9			
Неустойчивость эмоциональная	0,9			
Тонус (Куликов)	0,84			
Образ себя (Куликов)	0,8			
Уровень депрессии (Бек)	-0,73			

Вера в возможность решения проблем		0,78		
Ответственность перед семьей		0,77		
Моральные причины жить		0,77		
Страх суицида		0,74		
Страх социального неодобрения		0,67		
Стратегия поиска социальной поддержки (Амирхан)			0,85	
Стратегия разрешения проблем			0,71	
Уровень безнадежности (ДШБ)				0,82
Стратегия избегания проблем (Амирхан)				0,69
Общая дисперсия	4,79	2,9	1,44	1,47
Доля общей дисперсии	0,36	0,16	0,1	0,09

В ходе конфирматорного анализа в программе SPSS AMOS построены структурные модели (рис. 1 – рис.2).

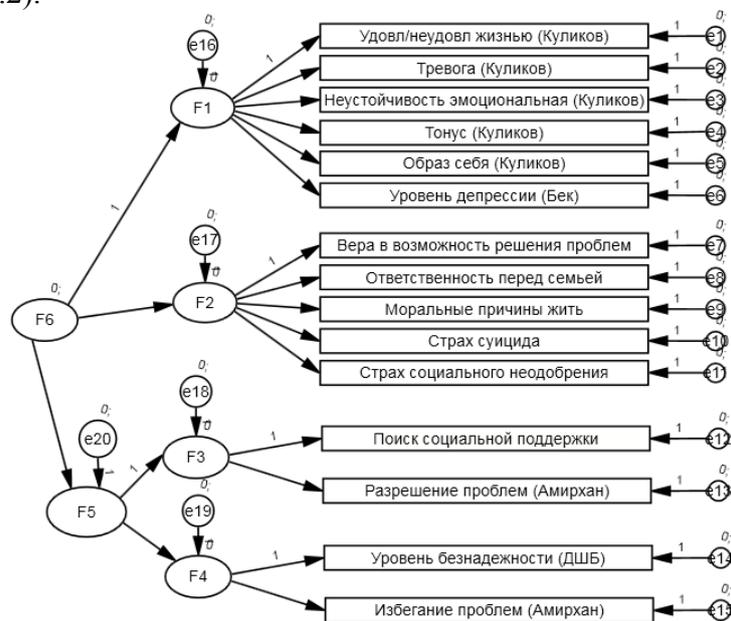


Рисунок 1. Структурная модель с четырьмя первичными факторами и двумя вторичными факторами

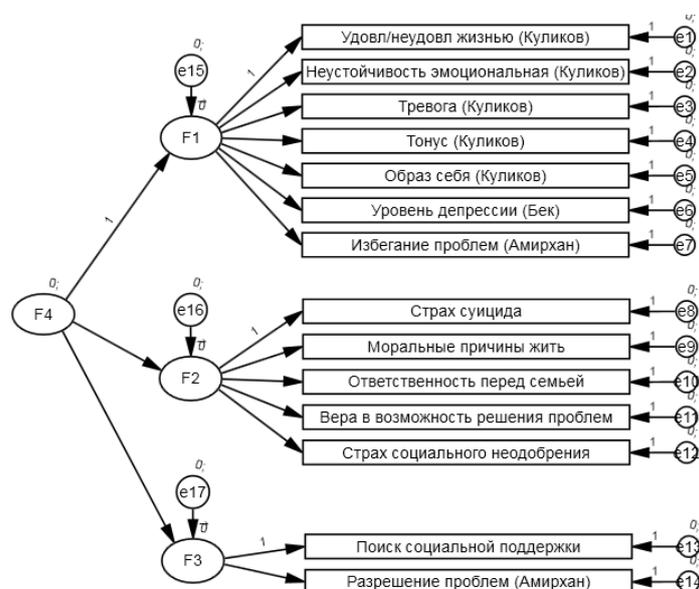


Рисунок 2. Структурная модель с тремя первичными факторами и одним вторичным фактором

Оценка параметров модели осуществлялась с помощью метода максимального правдоподобия. Полученные критерии согласия модели с данными представлены в таблице 2. Модель считается адекватной, если критерий RMSEA (квадратный корень среднеквадратической ошибки аппроксимации) не превышает 0,1 [1].

Таблица 2. Критерии согласия модели с данными

№	Критерий	4-х факторная структура	3-х факторная структура
1	М-П Хи-квадрат	292,31	249,48
2	RMSEA	0,1	0,098

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что трехфакторная модель имеет лучшее согласие (значение индекса RMSEA не превышает 0,1).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ «Разработка стратегии суицидальной превенции в школе: комплексная оценка суицидальных тенденций, нечеткая модель, факторы риска развития, направления профилактики» №18-013-00210\19.

Литература и источники

1. Наследов А. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. – СПб.: Питер, 2013. – 416 с.
2. Евсеенкова Е.В., Борисенко Ю.В., Белогай К.Н., Морозова И.С. Диагностика склонности к аутодеструктивному и суицидальному поведению у подростков: учебное пособие / Е. В. Евсеенкова, Ю. В. Борисенко, К. Н. Белогай, И. С. Морозова, Е.С. Каган. – ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2018. – с.142
3. Каган Е. С., Гутова С. Г., Евсеенкова Е. В. Нечеткая модель суицидальной тенденции подростков/ Е. С. Каган, С. Г. Гутова, Е. В. Евсеенкова //Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и техники, 2018. С.607-609.
4. Остапенко Р. И. Краткий обзор и перспектива развития методов структурного моделирования в отечественной науке и практике / Р. И. Остапенко//Перспективы науки и образования, 2013.- № 5.- с. 56-59.
5. Трушников И. О. Основы моделирования структурными уравнениями в маркетинге: учебное пособие / И.О. Трушников. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – 68 с.

УДК 519.863

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ
ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Леонтьева А.О.

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

Сферы жизнедеятельности РФ неоднократно сталкиваются с фактом, что при их деятельности могут быть выявлены проблемы, которые не позволяют той или иной структуре работать с наибольшей пользой. При рассмотрении системы образования РФ можно сделать вывод, что и она имеет свои проблемы. Недостатки кроются в довольно очевидных вещах, таких как: недостаточно квалифицированная подготовка молодых специалистов, различие в образовании в разных образовательных учреждениях, слабое финансирование, увеличение спроса на высшее образование, теоретическая, а не практическая направленность образования и многие другие проблемы.

С появлением проблем образования стали появляться методы для их выявления и решения. Одним из таких методов являются математические модели, которые позволяют получить математическое представление реальности и провести исследования. Связь математической модели с выявлением проблем в образовании может позволить составить алгоритм построения стратегии устойчивого развития образовательной системы.

Под устойчивым развитием образовательной системы понимается процесс изменения, в котором направление инвестиций, ориентации научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения гармоничны друг с другом и укрепляют нынешнее и будущее положение для удовлетворения человеческих потребностей [1].

Одной из моделей, которая позволит составить упомянутый алгоритм, является математическая модель, направленная на анализ проблем устойчивого функционирования социальной системы образования [2].

Модель описывает передвижение потоков учащихся и выпускников в структурах системы образования с учетом непрерывности обучения. В основе моделирования образовательной системы необходимо разбиение населения на следующие классы: Q_1 – дошкольное образование, Q_2 – общее образование; Q_3 – среднее профессиональное образование; Q_4 – высшее профессиональное образование (бакалавриат, магистратура и аспирантура); Q_5 – дополнительное образование и Q_6 – класс людей, не учащихся в образовательном процессе.

Рассчитывается, что строение социальной системы является устойчивой на протяжении конечного периода времени $[0, T]$, разбитого дискретными точками $0, 1, 2, \dots, T$ которая указывает на то, что данные берутся шагом в один год. Таким образом, она изображается в виде ориентированного графа (рис.1) $G = (S, F)$, где S – множество его вершин, соответствующих классам, а F – множество дуг.

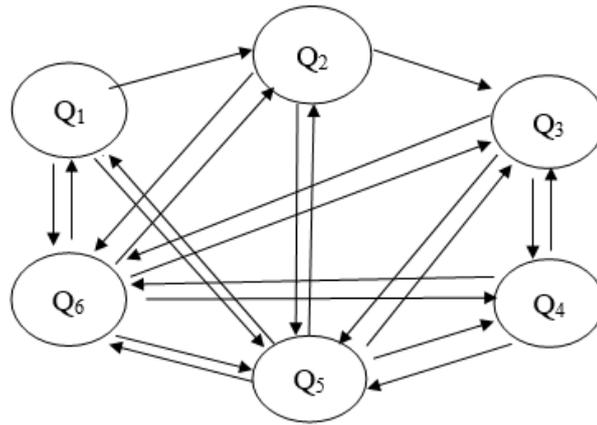


Рисунок 1. Структура системы образования

Присутствием дуги $(i, j) \in F$ говорит о вероятности перехода из класса Q_i в класс Q_j . Считается, что на переход человека из класса в класс влияет финансовое распределение средств по различным сферам, таким, как национальная безопасность, физическая культура и спорт, здравоохранение, образование, социальная политика, национальная экономика и другие.

Математическая часть, необходимая для нахождения траектории устойчивого развития образовательной системы, представлена в следующем виде:

$$x_i(t) = x_i(t-1) + \sum_{j=1, j \neq i}^6 a_{ji} \cdot f_{ji}(u(t)) - \sum_{j=1, j \neq i}^6 a_{ij} \cdot f_{ij}(u(t)) + \gamma_i \cdot y(t), \quad i = 1, \dots, 6, \quad t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

$$x_i(0) = x_i^0, \quad i = 1, \dots, 6, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^6 f_{ij}(u(t)) \leq x_i(t-1), \quad i = 1, \dots, 6, \quad t = 1, \dots, T, \quad (3)$$

$$f_{12}(u(t)) = \lambda_1 f_{13}(u(t)), \quad (4)$$

$$f_{12}(u(t)) = \lambda_2 f_{14}(u(t)), \quad t = 1, \dots, T, \quad \lambda_1, \lambda_2 \in R^1$$

$$f_{26}(u(t)) + f_{36}(u(t)) + f_{46}(u(t)) + f_{56}(u(t)) = W(u(t)), \quad t = 1, \dots, T, \quad (5)$$

$$J(x^0, u) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 w_{ij} \cdot f_{ij}(u(t)) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Вначале необходимо при помощи уравнения динамики (1) рассчитать численность объектов в классе Q_i в момент времени t , где $y(t) = B(t) - D(t)$ – это разность прироста населения и его убыли году t . Следующим шагом является нахождение состояния системы в начальный момент времени, что показывает уравнение (2), где (x_1^0, \dots, x_6^0) – известное состояние системы в момент $t = 0$.

Очевидно также, что учащихся из класса Q_i не сможет выйти больше, чем в нем находится, и чтобы проследить за этим действием, требуется неравенство (3).

В работе [2] считается, что экспертным путем установлено соотношение мест, выделяемых каждый год для учреждений начального профессионального, среднего профессионального и высшего образования. Этот факт записан в виде соотношений (4).

Общее количество выпускников начального профессионального, среднего профессионального и высшего образования должно быть в равной мере соответствовать

количеству свободных рабочих мест на момент времени t , что представлено в уравнении (5), где $W(u(t))$ – это зависимость количества свободных рабочих мест от вложений в эти сферы, где при отсутствии вложений зависимость примет значение 0.

Последним критерием развития образовательной системы является функционал (6), отображает суммарную «пользу» для региона от деятельности системы образования, где вектор $u(t)$ собран из управляющих параметров в момент времени t , и w_{ij} отображает положительный эффект от перехода одного объекта из Q_i в Q_j .

Таким образом, (1) – (6) представляют собой математическую модель системы образования в виде дискретной задачи оптимального управления.

Представленную математическую модель можно использовать на данных по расходам бюджета Российской Федерации и по отдельному региону, такому как, например, Новосибирская область. Данные включают в себя такие статьи расходов, как: общегосударственные вопросы, национальная оборона, национальная безопасность, культура и кинематограф, средства массовой информации, физическая культура и спорт, здравоохранение, образование, охрана окружающей среды, социальная политика, жилищно-коммунальное хозяйство, национальная экономика.

Также помимо финансирования, необходимо учитывать численности обучающихся на каждой ступени образования, таких как: дошкольное образование, общее образование, среднее профессиональное образование, высшее образование и дополнительное образование. Помимо численности учащихся, следует учитывать и выпускников в учреждениях общего образования, среднего профессионального и высшего образования. С нахождением численности выпускников, потребуется процентная оценка людей, которые собираются продолжить обучение, например такие как: учащиеся в возрасте 15–23 лет из них 45,3%, после общеобразовательной организации 89,3% и после среднее профессиональное организация 38,9% [3].

Таким образом, был разобран алгоритм решения задачи.

1. Определить виды функциональной зависимости $f_{ij}(u(t))$ и $W(u(t))$ при помощи методов регрессионного анализа.
2. Определить константы $\lambda_1, \lambda_2, w_{ij}$ и T .
3. Определить начальное состояние образовательной системы (2).
4. Методом исключения фазовых переменных свести задачу (1) – (6) к статической оптимизационной задаче с ограничениями.
5. Используя пакет поиска решений Microsoft Excel определить оптимальные значения у ij, x_i в рассматриваемом отрезке времени.

В дальнейшем при помощи данных по Российской Федерации в целом и по отдельному региону (на примере Новосибирской области), которые были собраны, будет произведено исследование зависимость численности переходов из класса в класс от финансовых рычагов.

Литература и источники

1. Левина Е.И. Понятие «Устойчивое развитие». Основные положения концепции // Вестник Тамбовского университета. Гуманитарные науки. 2009. №11(79). С. 113–119.
2. Косенкова М.В., Чернова Е.С. Исследование системы образования региона при помощи математического моделирования в контексте устойчивого развития // Вестник Кемеровского государственного университета. 2011. № 3. С. 69–76.
3. Индикаторы образования 2017: статический сборник / Войнилов Ю.Л. [и др.]. Санкт-Петербург. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 304 с.
Научный руководитель – к.ф.-м.н. Чернова Е.С., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Все мы в своей жизни постоянно принимаем различные решения и большинство из них находятся в условиях неопределенности, то есть при неполной информации о всех факторах и предстоящих событиях. Это справедливо для многих сфер, например, для фирм, принимающих решения о своих дальнейших действиях. А так как большинство, касающееся стратегии компании, относится к долговременному периоду и не всегда есть достаточное количество информации, то особое значение получают условия неопределенности и риска.

Наиболее актуально сейчас стоит вопрос о разработке решения, поэтому целью работы является изучение методологии разработки управленческих решений и построение обобщенно-комбинированного алгоритма принятия решений с учетом неопределенности и риска.

Были проанализированы понятия и особенности такого раздела исследования операций как теория принятия решений, так как постоянно упоминаемые не всегда легко различить, а иногда их принимают за одно и то же. В работах Тычинского А.В., Найта Ф. дается хорошее описание этих явлений и их различий. Под риском понимается исход с просчитываемой вероятностью, то есть когда можно оценить и подстраховаться. Неопределенность – это состояние полного (или частичного) отсутствия какой-либо информации о дальнейших возможных исходах, и эта неопределенность не может быть «застрахована» [1]. Невозможность просчета при неопределенности можно разделить на два случая: вероятности не известны в силу отсутствия необходимой статистической информации; в ситуации не имеет смысла говорить об объективных вероятностях, так как она не статистическая. Это ситуация чистой неопределенности в узком смысле. Она встречается чаще всего, так как многие решения принимаются в уникальных условиях.

Конечно же риски тоже не всегда одни и те же, есть три вида результатов в случае совершения рискового события: отрицательный (проигрыш, ущерб, убыток); нулевой; положительный (выигрыш, выгода, прибыль).

Решения – способ выполнения волевого действия. Такое действие предполагает изначальное осознание цели и средств действия, мысленное обсуждение оснований, говорящих за или против выполнения.

Надо иметь в виду, что завершается волевым усилием обоснованный выбор, расчет. Обычно решение предполагает выбор одного из нескольких возможных вариантов.

Принятие решения – это процесс выбора разумной альтернативы решения проблемы, являющийся ключевым моментом.

Алгоритм – это жесткая последовательность шагов, позволяющая за конечное количество выполняемых операций получить искомое решение [3].

Одной из особенностей алгоритмов является полная проработанность каждого из его элементов, позволяющая выполнять без дополнительных пояснений любой из шагов [3].

Если попытаться представить процесс принятия решений как довольно упрощенную последовательность действий, то получится следующее:

1. Получение, сбор информации
2. Конкретизация цели решения
3. Диагностика ситуации
4. Выбор подходящего варианта решения и его реализация.

Как считает Аралбаева Ф.З.[4], принимая решение в условиях неопределенности, следует руководствоваться правилом, которое гласит, что любое решение, разрабатываемое на основе

даже поверхностного анализа или прогноза лучше решения, принимаемого спонтанно, наугад. В целях реализации данного правила очень часто прибегают к помощи различных вариантов метода экспертного анализа и прогнозирования.

Методология принятия решений в условиях риска и неопределенности может строиться на основе «матрицы решений», которая приведена в Таблице 1.

Таблица 1. Матрица решений.

Альтернатива (A)	Состояния среды (или ситуации S)				
	S ₁	S ₂	...	S _i	S _m
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1i}	a _{1m}
...
A _j	a _{j1}	a _{j2}	...	a _{ji}	a _{jm}
A _n	a _{n1}	a _{n2}	...	a _{in}	a _{nm}

В представленной матрице значения A₁; A₂;... A_n; представляют собой каждый из альтернативных решений. Несколько примеров таких альтернатив: финансовые вложения инвестиций; инвестиционные вложения в модернизацию; инвестиции в расширение производства; Инвестиции в новое производство.

S₁; S₂;... S_m; – возможные варианты состояния среды (ситуации).

a₁₁; a₁₂;... a_{1m}; a₂₁; a₂₂;... a_{2m};... a_{n1}; a_{n2};... a_{nm}; – уровень эффективности решения, которое принимаем, при конкретной ситуации и альтернативе.

Данная матрица определяет один из видов, который можно обозначить как «матрица выигрышей», так как она оценивает показатель эффективности. Можно построить и иного вида матрицу, а именно «матрицу рисков», в которой будут представлены показатели финансовых потерь, которые также соответствуют определенным сочетаниям альтернатив и ситуаций.

Далее будут приведены несколько общих критериев рационального выбора вариантов решений из множества возможных. Критерии основаны на анализе матрицы решений возможных ситуаций и альтернатив решений. Сам инструментарий, который был рассмотрен в ходе изучения и используемый для решения таких матриц: критерий Вальда; правило максимакса; критерий Севиджа; правило Гурвица, критерий Байеса. Также стоит упомянуть ещё несколько методов, которые полезны, но в рамках данной работы не будут использоваться: методы системного анализа; метод Монте-Карло; байесовы сети и диаграммы влияния; метод экспертных оценок; метод «дерево решений»; метод анализа иерархий.

В ходе работы было отсеяно достаточное количество методов и из самых подходящих, которые уже упоминались ранее, мы и будем строить наш алгоритм. Он представляет собой последовательность вопросов, отвечая на которые будем определяться с подходящим в нашем случае методом.

Первым пунктом будет попытка всё же избавиться от неопределенности при помощи поиска и изучения имеющейся информации или приобретением недостающей. Но тут не всегда является возможным устранить полную или частичную неопределенность, так что при любом исходе данного шага двигаемся дальше. На втором этапе нужно ответить на ряд вопросов «Знаем ли мы все необходимые вероятности?», если да, то будем использовать критерий Байеса, иначе, переходим к следующему – «Проигрыш приведет к катастрофе?», если это так, то критерий Вальда. Далее следует вопрос «Выигрыш потенциально велик?», если да – критерий максимакса. Последний вопрос – «Хотим точное и обоснованное решение?» - критерий Гурвица. Если же ни один не подошел и никто не исключает склонность лица, принимающего решение, к выигрышу, то можно воспользоваться его мнением как экспертным и положиться на него, за неимением лучшего.

Заметим, что при работе с данным алгоритмом будем учитывать, что управленческое решение принимается один раз. Если же требуется множество выбором, то нужно полностью

проходит его заново. Стоит учитывать, что мы работаем именно с математическим аппаратом теории принятия решений и только потом может обратиться к её психологической части. Алгоритм не является инструментом, которым может воспользоваться любой, для него всё-таки нужны некоторые знания в математике такого уровня.

В качестве вывода можно сказать, что даже с используя такой не сложный алгоритм можно облегчить или ускорить процесс принятия решений, если не в разы, то как минимум на какую-то часть.

Литература и источники

1. Тычинский А.В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритмы, опыт, Таганрок: ТРТУ, 2006 – http://www.aup.ru/books/m87/2_1.htm
 2. Найт Ф. Риск, неопределенность и прибыль/ Ф. Найт. – М.: Дело, 2003. – 360 с.
 3. Бгашев М.В. Проблема реализации принятия управленческих решений/ М.А. Бгашев // Бюллетень науки и практики. – 2018 – №4 – С. 347-352
 4. Аралбаева Ф.З Риск и неопределенность в принятии управленческих решений // Вестник ОГУ. – 2002, №4 // http://www.aup.ru/books/m87/2_2.htm
- Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Мешечкин В.В., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 004.75:004.92:004.046

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Михалев Д.С.

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

Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере представляет собой глобальную экологическую угрозу для окружающей среды и экономического развития в общемировом масштабе. Эти процессы могут привести к значительным изменениям и негативным последствиям в ресурсопотреблении, производстве в результате климатических изменений [1, 2]. Мировым сообществом предпринимаются усилия по снижению антропогенных выбросов парниковых газов.

Оценка и обоснование возможности достижения целевых показателей регулирования выбросов и поглощений парниковых газов проводится по четырём секторам, которые объединяют соответствующие источники и процессы в энергетике, промышленных процессах и использовании продуктов, сельском хозяйстве, обращении с отходами [5].

Значительные объемы метана выбрасываются при добыче угля. Существует 2 основных вида добычи угля: открытые разработки угля и разработки подземным способом. Главным отличием в учете выбросов парниковых газов является то, что для открытых разработок угля не существует методики для инвентаризации парниковых газов (ПГ) [3].

Также учет парниковых газов подразумевает выполнение методических указаний для расчета выбросов ПГ и дальнейшего их анализа для определения влияющих факторов на эти выбросы. В качестве дальнейших действий может быть осуществлена разработка мероприятий по снижению выбросов ПГ в атмосферу Земли.

Парниковые газы отличаются влиянием на глобальное потепление и временем нахождения в атмосфере Земли. Для сопоставления влияния парниковых газов на потепление климата объемы их эмиссий пересчитываются в тонны выбросов углекислого газа путем использования переводных коэффициентов для каждого из этих газов, т.к. углекислый газ оказывает наибольшее воздействие на формирование парникового эффекта [2]. Мировым сообществом принято, что для снижения антропогенных выбросов парниковых газов

необходимо обеспечивать их инвентаризацию, мониторинг и подтверждение полученных количественных оценок [1].

Поэтому необходим инструмент, который бы помогал в разработке мероприятий по снижению выбросов ПГ, а именно:

- автоматизировал расчеты выбросов ПГ;
- производил визуализацию проведенных расчетов;
- позволял составлять отчеты;
- хранил данные о проведенных расчетах и составленных по ним отчетах.

Архитектура

Реализация цифровой платформы представляет из себя настольное приложение. На рисунке 1 представлена диаграмма компонентов цифровой платформы, отображающая архитектуру масштабирования. Компоненты являются основными функциональными частями объектов размещения. На клиентском персональном компьютере (ПК) пользователь производит установку программного обеспечения (ПО) и запускает настольное приложение. В этом приложении происходит запуск клиентской и серверной частей. Выбранный фреймворк Electron [8] позволяет создавать настольные приложения (десктоп-приложения) на JavaScript, предоставляя среду выполнения с широким выбором нативных API (взаимодействующих с операционной системой). Electron можно рассматривать как среду выполнения, схожую с Node.js, но которая ориентирована на десктоп-приложения. Веб-страницы клиентского приложения реализованы с помощью Vue.js на фреймворке Nuxt.js и взаимодействует с серверным приложением через протокол REST API. Серверное приложение реализовано на фреймворке Flask. В качестве хранилища использовано SQLite.

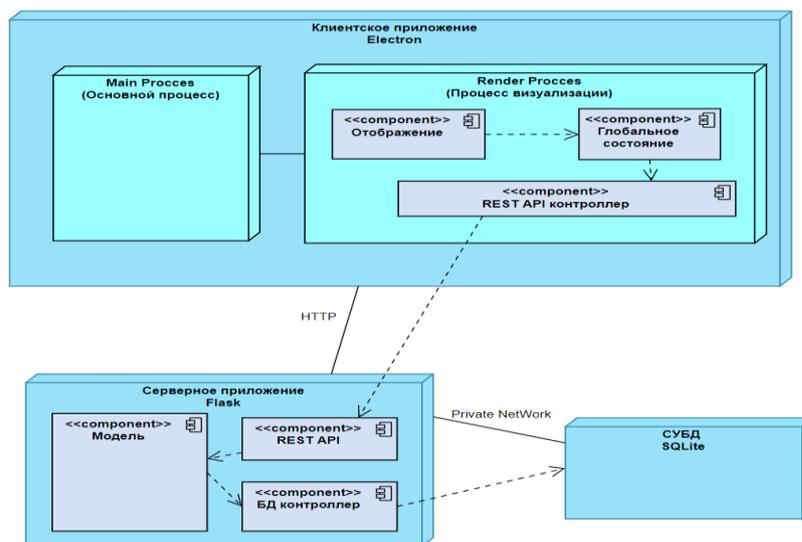


Рисунок 1. Диаграмма компонентов

Реализация серверной части платформы

Реализованная функциональность на фреймворке Flask представляет собой модели, контроллеры и сервисы. Классы в директории «/apis» реализуют взаимодействие с внешними клиентами по REST API. Основные CRUD-операции с базой данных делегированы в сервисы (Service), которые расположены в «/services». В том числе в сервисах реализована работа с моделями и бизнес-логикой.

При этом модели, находящиеся в директории «/models», представляют структуру данных и их объектно-реляционное отображение или Object Relational Mapping (ORM) [7]. Технология ORM производит обработку данных в объектно-ориентированной парадигме, формируя

«виртуальную объектную базу данных» в памяти, что позволяет управлять данными уже на уровне классов и объектов.

Реализация клиентской части платформы

Как отмечалось выше, клиентское приложение разработано на Vue.js, который является фреймворком для создания пользовательских интерфейсов. Его архитектура базируется на Nuxt.js.

Основным компонентом клиентского приложения является модуль Vue.js/Nuxt.js, в который импортируются все важные зависимости. Страницы включают в себя ряд автономных компонентов, которые отображают соответствующие разделы веб-сайта (клиентского приложения). Во внешние зависимости входят библиотеки AntDesign, представляющие собой множество базисных компонентов; Cytoscape.js с открытым исходным кодом для анализа и визуализации графов, написанная на JS и ApexCharts с открытым исходным кодом для создания интерактивных визуализаций на веб-страницах.

Для управления компонентами клиентского приложения используется паттерн управления состояниями в библиотеке Vuex, обеспечивающей изменение данных на основе определённых правил. В веб-приложении на Vuex используется единое дерево состояний – когда один объект содержит всё глобальное состояние приложения и служит «единственным источником истины». Это также означает, что в приложении содержится только одно такое хранилище – контейнер, в котором хранится состояние веб-приложения.

Возможности платформы

Данная платформа позволяет создавать и хранить исходные данные необходимые для расчета выбросов ПГ. Для этого реализованы 2 вида объектов: ключевые объекты и источники выбросов. В роли ключевого объекта выступает объект, содержащий в себе несколько источников выбросов. Например, в виде ключевого объекта может выступать шахта, а источники выбросов — это все котельные, автомобили и т.д. Также на основе исходных данных, заполненных в источниках выбросов, платформа предоставляет возможность, производить расчеты по нескольким методическим типам расчетов.

Результаты отображаются в табличном и графическом виде. В графическом виде пользователь может выбрать отображение в одном из 3 видов: диаграмма, гистограмма, график. После проведения всех расчетов пользователю предоставляется возможность сформировать отчет. По сформированным отчетам отображается визуализация. Благодаря ей можно наглядно сравнивать и анализировать выбросы ПГ.

Заключение

Для автоматизации процесса расчетов выбросов парниковых газов разработана цифровая платформа, которая позволяет производить учет выбросов ПГ на предприятиях с имеющимися источниками прямых выбросов, относящихся к следующим категориям: фугитивные выбросы, выбросы от сжигания топлива на стационарных объектах, выбросы от сжигания транспортного топлива. С помощью составленных реестров и полученных данных цифровая платформа позволяет выполнить расчет объемов прямых энергетических выбросов парниковых газов. Осуществлять оценку выбросов ПГ в атмосферу с помощью количественного сравнения, построения графиков и диаграмм.

Проведено тестирование ПО на основе пользовательского и автоматизированного тестирования. В результате тестирования на правильность выполнения расчетов, было установлено, что ПО соответствует расчетам прошлых лет, выполненных по методическим рекомендациям, которые были выбраны для сравнения результатов вычислений.

Литература и источники

1. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Лакомкин В.Ю. Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO₂)/ СПбГТУРП. – СПб., 2014. – 52 с.
 2. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов (Международная методика наилучшей практики. Т.2. Рабочая книга по инвентаризации парниковых газов) // МГЭИК (IPCC), 1997 г.
 3. Приказ Минприроды России от 29.06.2017 г. №330 «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов» [Электронный ресурс]: Консультант-плюс URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_281212/ (дата обращения 05.04.2021).
 4. Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н. Инвентаризация выбросов парниковых газов угледобывающего региона // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2020. - №6. С. 358 – 363.
 5. Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н., Смыслов А.И., Самусь В.Л. Инвентаризация выбросов парниковых газов на угледобывающих предприятиях // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2018. - №4. – С. 433 – 437
 6. Бакхаус К., Голутва И.А., Застрелов Д.Н. Опыт извлечения и использования шахтного газа в Германии. Комплексный подход к промышленной добыче метана из угольных пластов и дегазации шахт // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности. – Труды международной научно-практической конференции. Кемерово: ООО «Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь». - 2013. - С. 292 – 295.
 7. Richardson, L. RESTful Web APIs. / Leonard Richardson, Mike Amundsen– O'REILLY, 2013. – 404 с.
 8. Electron - Документация Electron [Электронный ресурс]. URL: <https://www.electronjs.org/docs> (дата обращения 06.04.2021).
- Научный руководитель – к.т.н., доцент Новосельцева М.А., ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 519.6

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Проломова А.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

nikirid16@gmail.com

Потребность в оптимальном распределении ресурсов возникает в различных сферах деятельности. Однако оптимальность может быть различна в зависимости от самих потребностей. В работе рассматривается метод решения задачи максимизации прибыли при ограничениях на ресурсы в условиях неточной информации, где число переменных значительно превышает число ограничений.

В силу плохой обусловленности и неточности статистически доступных данных возникает проблема отсутствия единственности решения и его неустойчивости. Так же решения найденные методами линейного программирования могут не удовлетворять множеству различных условий равноценного распределения ресурсов между объектами.

В связи с этим становится актуальной разработка специализированного метода, обеспечивающего единственность решения, удовлетворяющего дополнительным условиям равноценности распределения ресурсов между объектами.

Целью работы является конструирование алгоритма решения с использованием подходов поиска регуляризованного решения. Метод характеризуется введением квадратичных добавок в задачу линейного программирования, обеспечивающих единственность решения с

минимальной нормой. Метод реализуется посредством перехода к двойственной задаче. Для оценки качества алгоритма необходимо иметь набор тестовых задач. В работе изложен алгоритм генерации необходимых тестов, изложен метод решения задачи и демонстрируется пример его решения.

Для достижения поставленной цели необходимо создание алгоритма вычислений для программной реализации двойственного метода.

На основании задачи оптимизации показателя качества $z = (c, x)$ может быть сформулирована задача линейного программирования вида:

$$\min(-c, x), \quad x \in R^n, \quad Ax \leq b, \quad b \in R^m, \quad (1)$$

с двухсторонними ограничениями

$$x \in Q = \{x \mid a \leq x \leq d\}.$$

Для получения корректного решения задачи (1) исходная задача заменяется на регуляризованную задачу квадратичного программирования, имеющую единственное решение:

$$\min_{x \in Q} [-(c, x) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i x_i^2], \quad Ax \leq b, \quad x \in Q, \quad \varepsilon_i > 0, \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

Функция Лагранжа для задачи (2) примет вид:

$$L(x, y) = -(c, x) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i x_i^2 + (y, Ax - b), \quad y \geq 0, \quad y \in R^m, \quad a \leq x \leq d, \quad (3)$$

для которой можно ввести двойственную функцию:

$$\rho(y) = - \min_{a \leq x \leq d} [L(x, y) = -(c, x) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i x_i^2 + (y, Ax - b)], \quad y \geq 0, \quad y \in R^m. \quad (4)$$

Функция (4) сепарабельная, что позволяет найти ее минимум по средствам минимизации по переменным в отдельности. В результате мы получаем явное выражение функции $\rho(y)$. Имея явное выражения, мы можем сформулировать задачу минимизации по двойственным переменным y

$$\min_{y \geq 0} \rho(y) \quad (5)$$

Для анализа возможности решения поставленной задачи нам необходимо сформулировать множество тестов.

Задачу (1) с учетом двухсторонних ограничений, запишем следующим образом:

$$\min(c, x), \quad Ax \leq b, \quad b \in R^{3m}, \quad A \in R^{3m \times n}, \quad (6)$$

$$\text{где } A = (A \quad -I \quad I)^T, \quad b = (b \quad -a \quad d)^T, \quad (7)$$

$$\text{а } y = (y^b \quad y^a \quad y^d) - \text{множители Лагранжа.} \quad (8)$$

Как видим число ограничений существенно превосходит число переменных. Следовательно, в этой задаче большое число двойственных переменных $y = (y^b \quad y^a \quad y^d)$. Поэтому обычный переход к двойственной задаче привел бы к росту числа переменных.

Для того чтобы задать тестовые переменные x и y нам необходимы условия экстремума, в которых задается связь переменных x и y . Решая эти системы уравнений, мы зададим необходимые значения прямых и двойственных переменных. Обозначим x^* и y^* прямые и двойственные переменные задачи (1), для параметров задачи (6). Уравнения для задания соотношений между прямыми и двойственными переменными имеют следующий вид:

$$y^* \geq 0, \quad (y^*, Ax^* - b) = 0, \quad c + A^T y^* = 0. \quad (9)$$

Разрешая систему уравнений (9), относительно прямых и двойственных переменных мы получим конкретную тестовую задачу. Алгоритм решения системы (9) следующий. Сначала

задаем переменные x^* . Задаем Ax^* и вычисляем параметры b . Затем определяем параметры y^* . На последнем этапе вычисляем выражение для c .

Таким образом на основании уравнения (9) мы можем формулировать произвольные задачи с любым числом прямых и двойственных переменных.

Генерировались различные задачи линейного программирования. При $n=10000$ и $m=1000$ относительная погрешность получения экстремального значения функции составляет 0,1 процента. При уменьшение числа ограничений до 100 относительная погрешность составляет 10^{-3} долей процента.

Для активных ограничений мы получили те значения множителя Лагранжа, которые были заданы в тестах. Для пассивных ограничений множители Лагранжа были нулевыми.

Так как тестовые задачи имели полный набор оптимальных параметров, было возможным проверить значение множителей Лагранжа для активных ограничений. Полученные множители практически совпадали с теоретически заданными. Следовательно, в полученном решении верный набор активных ограничений. Также оказалось, что переменные, заданные на верхних и нижних границах двухсторонних ограничений, приняли в решении значения соответствующие границам.

В работе для решения задачи распределения ресурсов сформулирована стандартная задача линейного программирования. Недостатком задач линейного программирования является неоднозначность решения. Прямой ход к двойственной задаче так же не принесет результатов в силу большого числа двухсторонних ограничений, что приведет только к повышению размерности задачи. Мы нашли другой способ организации двойственной функции поместив двухсторонние ограничения в множество Q . Такая двойственная задача имеет число переменных равное числу ограничений без учета двухсторонних. Эта задача малой размерности и может быть решена обычными методами минимизации негладкой функции.

Для проверки эффективности предложенной техники решения необходима тестовая база. Для этих целей специально разработан метод генерации тестовых задач. Нами решен ряд задач из данной серии тестов. В результате можно сделать вывод об эффективности предложенного метода для решения большеразмерных задач распределения ресурсов

Литература и источники

1. Поляк, Б. Т. Введение в оптимизацию / Б. Т. Поляк. – М.: Наука, 1983. – 384 с.
 2. Крутиков, В. Н. Релаксационные методы безусловной оптимизации, основанные на принципах обучения / В. Н. Крутиков; ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. – 171 с.
 3. Крутиков, В. Н. Обучающиеся методы безусловной оптимизации и их применение / В. Н. Крутиков. – Томск: Изд-во Том. государственного педагогического ун-та, 2008. – 264 с.
- Научный руководитель — д.т.н., профессор Крутиков В. Н., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

УДК 519.71

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ: «ИДЕНТИФИКАЦИЯ МУЛЬТИСИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕПРЕРЫВНЫХ ДРОБЕЙ»

Чуриков И. Ю.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

ilyasfw@icloud.com

Любая периодическая функция может быть представлена в виде ряда Фурье, который являет собой сумму гармонических колебаний. Основная проблема определения числа гармоник и их параметров в мультисинусоидальном сигнале путём разложения в ряд Фурье

заключается в том, что ряд бесконечен. Причём выбор разложения, которое обеспечит заданную точность вычислений и в то же время не будет громоздким — по сути является задачей подбора. Преимущество и главное отличие используемого в данной работе метода идентификации заключается в том, что число гармоник, их частоты и амплитуды определяются автоматически [1].

Целью работы является программная реализация метода структурно-параметрической идентификации модели мультисинусоидального сигнала, позволяющего оценить число гармоник в сигнале и все его неизвестные параметры на основе оцифрованных значений сигнала.

Для достижения поставленной цели необходимо создание алгоритма вычислений для программной реализации метода структурно-параметрической идентификации, включающего себя алгоритм построения идентифицирующей матрицы по исходным данным, алгоритм сворачивания непрерывной дроби в дробно-рациональное выражение, алгоритм решения уравнения n -й степени с действительными коэффициентами.

Модель мультисинусоидального сигнала имеет вид (1) и представляет собой сумму n гармоник с неизвестными частотами ω_i и амплитудами C_i :

$$x(t) = \sum_{i=1}^n C_i \sin(\omega_i t). \quad (1)$$

Оцифрованные значения сигнала с равномерным шагом дискретизации Δt для $i = \overline{1, n}$ определяются измерительной информацией вида (2):

$$x(k\Delta t) = \sum_{i=1}^n C_i \sin(\omega_i k\Delta t). \quad (2)$$

В качестве входных данных для вычислений программа может использовать текстовый файл, представляющий собой список оцифрованных значений t и $x(t)$, что позволит произвести вариацию шага дискретизации, а также построить дискретный график (см. рис. 1).

Также имеется возможность сгенерировать файл входных данных путём ввода через специально предназначенную для этого форму таких параметров как: количество гармоник, их частоты и амплитуды, а также начальный шаг дискретизации.

Введённые пользователем данные будут использованы исключительно для автоматического формирования списка оцифрованных значений и его экспорта в файл, и ни на одном этапе вычислений использоваться не будут (см. рис. 1).

На первом этапе вычислений решается задача оценки количества гармоник в сигнале, для чего строится идентифицирующая матрица, вид которой представлен ниже (табл. 1).

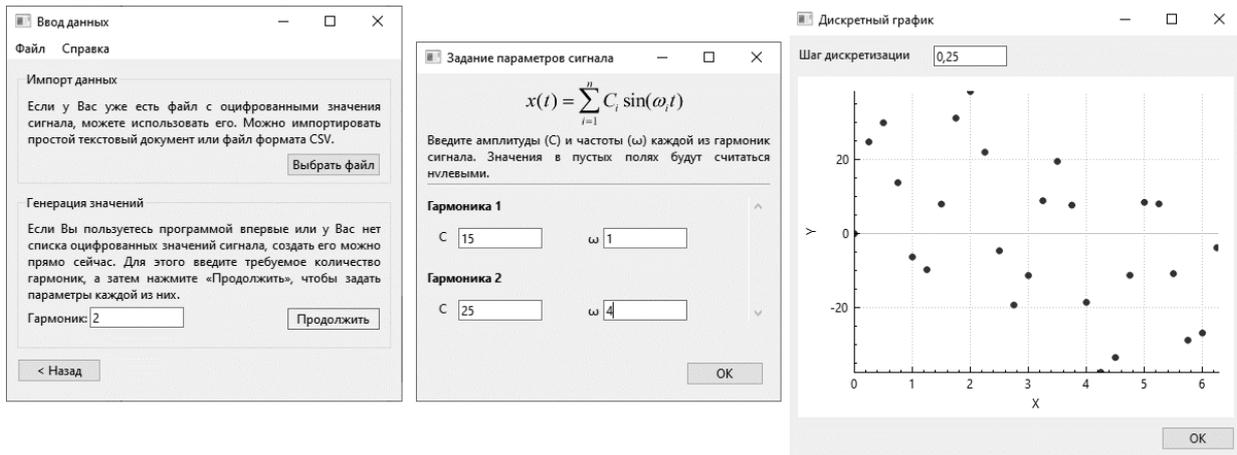


Рисунок 1. Форма для ввода данных и дискретный график сигнала

Таблица 1. Матрица-идентификатор

1	0	...	0	...
$x(\Delta t)$	$x(2\Delta t)$...	$x(n\Delta t)$...
α_{21}	α_{22}	...	α_{2k}	...
α_{31}	α_{32}	...	α_{3k}	...
...
0	0	...	0	...

Оцифрованные значения сигнала (2) вносятся во 2-ю строку, последующие строки заполняются по рекуррентной формуле (3):

$$\alpha_{lk} = \frac{\alpha_{l-2,k+1}}{\alpha_{l-2,1}} - \frac{\alpha_{l-1,k+1}}{\alpha_{l-1,1}}. \quad (3)$$

Заполнение идентифицирующей матрицы происходит до появления в ней нулевой строки. Номер этой строки m согласно (4) идентифицирует число гармоник сигнала (2):

$$n = \frac{m-2}{4}. \quad (4)$$

На основе 1-го столбца матрицы-идентификатора строится конечная цепная дробь (5), аппроксимирующая дискретную передаточную функцию (ДПФ) искомого сигнала:

$$G(z) = \frac{x(\Delta t)}{1 + \frac{\alpha_{21} z^{-1}}{1 + \frac{\alpha_{31} z^{-1}}{1 + \frac{\alpha_{41} z^{-1}}{1 + 0}}}}. \quad (5)$$

Сворачивание этой дроби путём элементарных преобразований позволяет перейти к дробно-рациональному выражению.

Приравнявая его знаменатель нулю, получаем характеристическое уравнение ДПФ. Решением этого уравнения являются комплексно-сопряжённые корни z_i , из которых согласно (6) находятся круговые частоты ω_i сигнала (2):

$$\omega_i = \frac{1}{\Delta t} \arg(z_i). \quad (6)$$

Далее остаётся найти амплитуды сигнала (2), для чего требуется решить систему n линейных алгебраических уравнений (7) относительно C_i :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n C_i \sin(\omega_i \Delta t) = x(\Delta t) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n C_i \sin(n\omega_i \Delta t) = x(n\Delta t) \end{cases} \quad (7)$$

Результатом работы программы является формула сигнала в виде (1) и построенный на её основе непрерывный график (см. рис. 2) восстановленного сигнала.

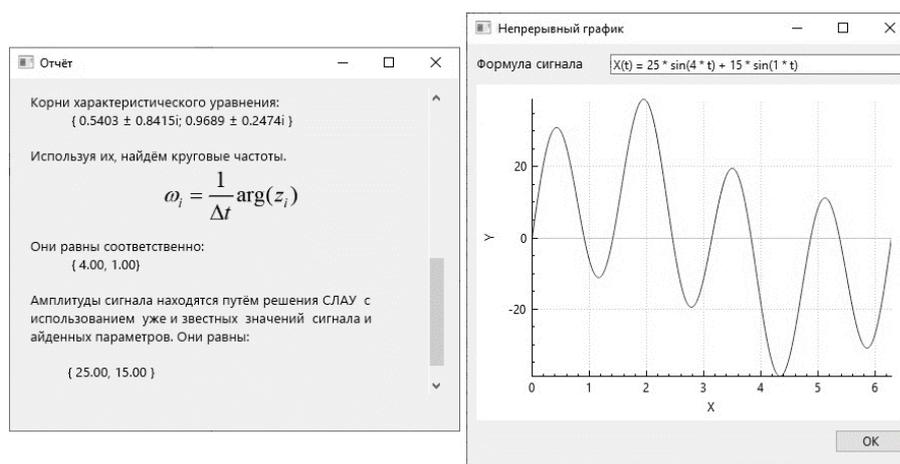


Рисунок 2. Окно с подробным отчётом об этапах вычислений и непрерывный график сигнала

Стоит отметить, что шаг дискретизации выбран эмпирически, а значит, необходимо провести его вариацию и повторно произвести вычисления по описанному ранее алгоритму. Если полученные восстановленные модели сигналов совпадают, значит, шаг дискретизации находится в допустимой полосе шагов дискретизации, и результаты работы программы можно считать достоверными [2]. В противном случае, следует продолжить вариацию шага дискретизации до тех пор, пока результат текущей итерации не совпадёт с результатом предыдущей.

В ходе работы был использован метод структурно-параметрической идентификации модели мультисинусоидального сигнала на основе аппарата непрерывных дробей, и была подготовлена его программная реализация. В дальнейшем планируется дополнить алгоритм и внести изменения в программу, для учёта возможного смещения сигнала и начальных фаз входящих в него гармоник.

Литература и источники

1. Novoseltseva M. A., Gutova S. G., Kazakevich I. A. Structural and Parametric Identification of a Multisinusoidal Signal Model by Using Continued Fractions // 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon) – IEEE, 2018. – С. 1–5.

2. Novoseltseva M. A., Gutova S. G., Kagan E. S. The Influence of Discretization Step on the Accuracy of the Structural-Parametric Identification of Multisinusoidal Signals // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon) – IEEE, 2020. – С. 1–5.

Научный руководитель — к.т.н., доцент Гугова С. Г., ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Научное издание

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

Материалы симпозиума в рамках XVI (XLVIII)
Международной научной конференции студентов и молодых
ученых «Образование, наука, инновации: вклад молодых
исследователей», приуроченной к 300-летию Кузбасса

Выпуск 22

16+

Материалы печатаются в авторской редакции

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

650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Объем 9,97 Мб